

Aus dem Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (Carolinum)  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

-Direktor: Prof. Dr. H.-Ch. Lauer-

**Prospektive klinische Studie zur Langzeitbewährung von  
vollkeramischen Primärkronen aus IPS Empress 2<sup>®</sup> mit  
metallischen und metallfreien aus Vectris<sup>®</sup> fabrizierten  
Sekundärkronen und Prothesengerüsten**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin

des Fachbereiches Medizin der

Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main

vorgelegt von

Tuğba Zahn

aus Frankfurt am Main

Frankfurt am Main

2009

Dekan: Prof. Dr. J. M. Pfeilschifter  
Referent: Prof. Dr. H.-Ch. Lauer  
Korreferent: Prof. Dr. Dr. R. Sader

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Dezember 2009

Meinem Vater gewidmet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Literaturübersicht</b>	<b>10</b>
2.1	Das Konusprinzip	10
2.2	Vollkeramische Primärkronen	12
2.2.1	Ästhetik	13
2.2.2	Haftkraftstabilität	13
2.2.3	Biokompatibilität	13
2.3	Klinische Bewährung von doppelkronengetragenen Zahnersatz	14
2.3.1	Resilienzteleskope	14
2.3.2	Zylinderteleskope	15
2.3.3	Konuskronen	18
2.3.4	Doppelkronenverankerter Zahnersatz auf Implantaten	21
2.4	Alternative zahn- und/oder implantatgetragene Verankerungselemente	24
2.4.1	Gegossene Klammern	24
2.4.2	Stege	25
2.4.3	Magnete	25
2.4.4	Kugelknopfattachments	26
2.5	Materialien	26
2.5.1	Historische Entwicklung keramischer Werkstoffe	26
2.5.2	IPS-Empress® und IPS-Empress 2®	28
2.5.3	Das faserverstärkte Komposit-Verbundsystem Targis/Vectris	30
2.5.3.1	Glasfaserverbundwerkstoffe als Material für Brückenzahnersatz	31
2.5.3.2	Glasfaserverbundwerkstoffe als Gerüstmaterial für herausnehmbaren Zahnersatz	33
2.6	Bedeutung der Patientenzufriedenheit und der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (MLQ)	34

---

2.6.1	Patientenzufriedenheit	34
2.6.2	Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität	35
2.6.3	Messung der Patientenzufriedenheit und der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität	36
<b>3</b>	<b>Material und Methode</b>	<b>39</b>
3.1	Methodik der Herstellung des Zahnersatzes	39
3.1.1	Patientenrekrutierung	39
3.1.2	Planung und klinisches Vorgehen	40
3.1.3	Klinisches und labortechnisches Vorgehen	41
3.2	Methodik der Nachuntersuchung	50
3.2.1	Protokoll	50
3.2.2	Definition der Parameter und der Untersuchungszeitpunkte	51
3.2.3	Fragebogen	53
3.3	Statistische Methoden	53
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>54</b>
4.1	Basisdaten des Patientenkollektivs sowie Vergleich der Ausgangssituation	54
4.2	Ergebnisse bezogen auf die eingegliederten Prothesen	57
4.2.1	Ereignisse, Reparaturmaßnahmen, Misserfolge	57
4.2.1.1	Ereignisse, Reparaturmaßnahmen und Misserfolge bezogen auf das Gesamtkollektiv aller Prothesen	57
4.2.1.2	Ereignisse, Reparaturmaßnahmen und Misserfolge getrennt nach den beiden Studiengruppen	59
4.3	Pfeilerbezogene Ergebnisse	68
4.3.1	Beschädigungen an der Primärkrone sowie Pfeilverlust	70
4.3.1.1	Beschädigungen an der Primärkrone sowie Pfeilverlust im Gesamtkollektiv	70
4.3.1.2	Beschädigungen an der Primärkrone sowie Pfeilverlust getrennt für die beiden Studiengruppen	73

4.3.2	Analyse der Schadenshäufigkeit der Pfeiler im Zusammenhang mit bestimmten Pfeilereigenschaften bzw. der Gegenbeziehung	74
4.3.2.1	Analyse bezogen auf das gesamte Kollektiv	75
4.3.2.1.1	Pfeilerart (Zahn oder Implantat)	75
4.3.2.1.2	Pfeilerposition (endständig oder nicht endständig)	75
4.3.2.1.3	Pfeilerverteilung (flächig oder nicht flächig)	76
4.3.2.1.4	Zustands des Endodonts bei natürlichen Pfeilern (vital oder nicht vital)	76
4.3.2.1.5	Situation der Gegenbeziehung (festsitzend, herausnehmbar, total)	76
4.3.2.2	Analyse der Metall-Gruppe	78
4.3.2.3	Analyse der Vectris <sup>®</sup> -Gruppe	81
4.3.3	Analyse des Einflusses der Pfeileranzahl auf Patienten zufriedenheit, Haftwerte, Aussehen und Funktion der Prothesen	81
4.4	Ergebnisse der Patientenbefragung	81
4.4.1	Ergebnisse der Patientenbefragung hinsichtlich des bisherigen Zahnersatzes	81
4.4.1.1	Ergebnisse für das gesamte Patientenkollektiv	81
4.4.1.2	Ergebnisse getrennt für die Metall- und Vectris <sup>®</sup> -Gruppe	83
4.4.2	Ergebnisse der Patientenbefragung hinsichtlich des neu angefertigten Zahnersatzes	84
4.4.2.1	Ergebnisse für das gesamte Patientenkollektiv	84
4.4.2.2	Ergebnisse getrennt für die Metall- und Vectris <sup>®</sup> -Gruppe	88
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>91</b>
5.1	Klinische Bewährung der keramischen Primärkronen	91
5.1.1	Schadensrisiko der Primärkronen im Vergleich der beiden Studiengruppen	93
5.1.2	Einflussgrößen auf das Schadensrisiko der Primärkrone	94
5.1.2.1	Pfeilertyp	94
5.1.2.2	Pfeilerposition	95

---

5.1.2.3 Pfeilerverteilung	95
5.1.2.4 Pfeilervitalität	96
5.1.2.5 Einfluss der Gegenbezaahnung	96
5.2 Klinisches Verhalten der Konusprothesen	98
5.2.1 Nachsorgemaßnahmen und Reparaturhäufigkeit	98
5.2.2 Analyse des Prothesenerfolges	101
5.2.3 Patientenzufriedenheit	101
5.3 Literaturanalyse bezogen auf klinische Parameter und Reparaturhäufigkeit	102
5.3.1 Studien mit keramischen Primärkronen	102
5.3.2 Studien mit metallischen Primärkronen	103
5.3.3 Studien mit Gerüsten aus faserverstärkten Kunststoffen	115
5.4 Vergleich mit anderen Studien bezogen auf die Patientenzufriedenheit	116
5.5 Schlussfolgerung	121
<b>6 Zusammenfassung</b>	<b>123</b>
<b>7 Summary</b>	<b>126</b>
<b>8 Literatur</b>	<b>128</b>
<b>9 Anhang</b>	<b>138</b>
9.1 Gesamtergebnisübersicht	138
9.2 Verwendete Aufklärungs-, Frage- und Untersuchungsbögen	148
<b>10 Danksagung</b>	<b>181</b>
<b>11 Curriculum vitae</b>	<b>182</b>
<b>12 Ehrenwörtliche Erklärung</b>	<b>184</b>

# 1 Einleitung

Ein wesentliches Ziel zahnärztlich-prothetischer Therapie ist eine unter funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten erfolgreiche Rekonstruktion verlorengangener Zähne sowie ggf. parodontaler und alveolärer Gewebe, die langfristig der Gesunderhaltung aller Bestandteile des Kausystems dienen soll.

Insbesondere die Wiederherstellung der Kaufunktion in einem reduzierten Restgebiss (1-3 Zähne) kann besondere Herausforderungen beinhalten:

Die Entscheidungsgrundlagen für ein bestimmtes Behandlungskonzept basieren auf einer Vielzahl von Faktoren wie Pfeileranzahl und -verteilung, parodontale Wertigkeit sowie endodontischer und koronaler Zustand der Pfeilerzähne, intermaxilläre Relation, Kaugewohnheiten, parafunktionelle Aktivitäten, artikuläre und muskuläre Dysfunktionen.

Für den Patienten stehen hauptsächlich der Wunsch nach Verbesserung beziehungsweise Erhalt von Ästhetik und Funktion, ein möglichst geringer Behandlungsaufwand, die persönliche Belastbarkeit, Haltbarkeit der Restauration und die Kosten-Nutzen-Relation im Vordergrund. Voraussetzung für die Akzeptanz durch den Patienten sind die Zufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis sowie die Adaptation an die Restauration. Nicht zuletzt müssen die geriatrischen Aspekte (Gesundheitszustand, Alter des Patienten, psychosoziale Aspekte, ein häufig reduziertes manuelles Geschick, Hygienebereitschaft sowie finanzielle Möglichkeiten) berücksichtigt werden.

Der Doppelkronen verankerte Zahnersatz hat sich seit mehreren Jahrzehnten als geeignete Therapieform im reduzierten Restgebiss bewährt und verbindet zahlreiche Vorteile des festsitzenden mit denjenigen des herausnehmbaren Zahnersatzes.

Es existieren unterschiedlichste Verankerungs- und Verbindungselemente (Modellgussprothesen, Stege, Geschiebe, Doppelkronen). Aufgrund der Vielzahl lückentopographischer Möglichkeiten resultiert eine sehr hohe Variabilität in den Versorgungsmöglichkeiten.

Klinisch bewährt haben sich hierbei insbesondere Doppelkronen gestützte Versorgungen, deren wesentliche Vorteile bedingt durch die sekundäre Verblockung eine optimale Hygienefähigkeit sowie eine körperliche Fassung und günstige axiale Belastung der Pfeiler sind.

Werden in eine solche prothetische Konstruktion jedoch Implantate integriert, so führt dies nicht selten zu Problemen mit der Passungspräzision bei den

weitspannigen Prothesengerüsten, da bei Abformung und Meistermodell werkstoffbedingte Dimensionsungenauigkeiten unvermeidbar sind. Letztere können aufgrund der starren Verankerung von osseointegrierten Implantaten nicht ausgeglichen werden. Zu deren Kompensation bietet sich ein intraorales Verkleben der Gerüstkomponenten an [125]. Hierzu wird eine Galvano-Sekundärkrone mit dem Tertiärgerüst intraoral gefügt.

Ein wesentlicher Trend bei zahnärztlichen Therapien ist die Substitution konventioneller Materialien, insbesondere metallischer Werkstoffe, durch metallfreie, meist keramische Werkstoffe. Ursachen für diese Tendenz sind neben der Weiterentwicklung und Verbesserung von Hochleistungs-Keramiken vor allem die Wünsche des Patienten nach einer optimalen Ästhetik sowie Bedenken gegenüber der Biokompatibilität von Metallegierungen. Die Verwendung von vollkeramischen Primärkronen als Verankerungselement für herausnehmbare Prothesen bedient obigen Trend.

Eine weitere metallische Komponente bei Prothesen ist das Prothesengerüst. Ein Ersatzwerkstoff muss eine ausreichende Steifigkeit und Verwindungsstabilität bei geringem Gewicht und möglichst geringer Dimensionierung aufweisen. Hierzu bieten sich Glasfaserverbundstoffe (z.B. das Vectris<sup>®</sup>-System) an.

Ziel dieser Studie war die Untersuchung des klinischen Langzeitverhaltens von vollkeramischen Primärkronen aus Glaskeramik (IPS Empress 2<sup>®</sup>) mit konventionellen metallischen und aus Glasfaserverbundstoffen (Vectris<sup>®</sup>) hergestellten Prothesengerüsten sowie die Evaluation der Patientenzufriedenheit.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Das Konusprinzip

Teleskopsysteme beruhen auf dem Prinzip ineinander verschiebbarer Doppelkronen. Die Innenkrone (Patrize, Primärteil) wird dabei definitiv auf dem Pfeiler (Zahn oder Implantat) befestigt, während die Außenkrone (Matrize, Sekundärteil) in den herausnehmbaren Zahnersatz integriert ist. Daraus resultiert eine funktionelle Einheit zwischen Pfeiler und Zahnersatz. Die Pfeiler werden von der Suprakonstruktion körperlich umfasst und durch diese sekundäre Verblockung in die starre Konstruktion integriert.

Im Gegensatz zu den parallelwandigen Teleskopkronen weist die Konuskronen kegelförmige Funktionsflächen auf. Dieser Konstruktionsweise liegt der Effekt des Keiles als mechanisches Retentionselement zugrunde. Die Haftkraft tritt in der Endlage der Passteile (Innen- und Außenkonus) auf. Somit steht das Prinzip der Konuspassung im Gegensatz zur Zylinderteleskoppassung, bei der die Reibung aller parallelen Flächen bis zum vollständig gelösten Kontakt wirkt. Die Friktion muss so eingestellt werden, dass eine sogenannte Übergangspassung entsteht [76].

Die geforderte Übergangspassung ist mit herkömmlichen zahntechnischen Mitteln jedoch nur schwierig zu erreichen. Die Retention eines herausnehmbaren Zahnersatzes war daher nur bedingt vorhersagbar. Aus diesem Grund stellte K. H. Körber [76] die konische Doppelkrone vor und führte damit das aus der allgemeinen Technik schon lange bekannte Prinzip der Konuspassung in die Zahnmedizin ein.

Die Grundidee der Konuskronen ist die Optimierung eines teleskopierenden Systems mit unvorhersagbarer Haftwirkung in ein passgenaues System mit definierter Haftung. Die Haftreibung der Konuskronen hängt vom Neigungswinkel der Kronenwände ab. Während der zahntechnischen Herstellung ist es möglich, diese in gewissen Grenzen variabel einzustellen. Sie sollte den maximal auf den Zahnersatz wirkenden Abzugskräften widerstehen, andererseits beim Abnehmen der Prothese das Parodontalgewebe so gering wie möglich mit Zugkräften belasten.

Nach Körber [76] liegen die Sollwerte für die Haftkraft zwischen 5 und 10 N je Pfeiler, abhängig von deren parodontalem Zustand. Die Haftkräfte bezüglich der einzelnen Parodontien müssen von der Gesamtabzugskraft, die zum Lösen der Gesamtkonstruktion durch den Patienten notwendig ist, unterschieden werden.

Die Einzelabzugskräfte aller im Zahnersatz integrierten Pfeilerzähne können sich, abhängig von Angriffspunkt am Zahnbogen, zu einer Gesamtabzugskraft addieren. Hohe Lösekräfte sind jedoch zum Schutz des Parodontalgewebes zu vermeiden [7].

Jedoch finden sich hinsichtlich der Synergieeffekte der Haftkraft verschiedener Konuskronen auch anders lautende Studienresultate. So veröffentlichten Molzberger et al. [93] die Ergebnisse einer Studie, in welcher die klinisch resultierende Haftkraft von metallfreien und konventionellen zahn-implantatgestützten Konusprothesen untersucht wurde. Die Erkenntnisse dieser Untersuchung widersprechen der Annahme, dass sich die Haftkräfte der einzelnen Pfeilerzähne summieren.

In der konventionellen Konustechnik ist die Einstellbarkeit der Haftkraft prinzipiell möglich, jedoch aufgrund von Einbettmasseverhalten, Gussungenauigkeiten und individueller Fertigungstechnik einer großen Streuung unterworfen [8].

Becker konnte zeigen, dass die Haftkräfte teleskopierender Kronen eine Folge aus der Reibung zwischen den sich berührenden Flächen von Primär- und Sekundärkrone sind [8]. Die daraus resultierenden Reibkräfte sind die Summation von drei Teilkräften: Zum einen sind es Kräfte, die zum Überwinden des Widerstandes in den Kontaktzonen als Folge von elastischen und plastischen Deformationen entstehen. Weiterhin sind es Kräfte, die zur Überwindung der Kaltschweißverbindungen (Frikionsverbindungen) aufgewendet werden müssen sowie der Adhäsion.

Die beim Fügen und Trennen entstehenden Frikionsverbindungen werden zerstört und wieder aufgebaut, was zugleich mit einer Oberflächenzerrüttung und daher mit Verschleiß einhergeht [117].

Die ständig ablaufenden Verschleißerscheinungen an den Oberflächen verursachen somit entweder eine abnehmende Friktion, die schlecht oder überhaupt nicht verbessert werden kann, oder eine zunehmende Friktion. Durch Letztere wird das Parodont infolge extrusiver Kräfte unphysiologisch belastet. Ein negativer Einfluss auf die Verlustraten von Pfeilerzähnen in Langzeitstudien [97] ist daher nicht auszuschließen. Untersuchungen zahlreicher Autoren bestätigen dieses sich verändernde und nicht vorhersagbare Haftverhalten nach mehrjähriger Tragedauer oder nach in-vitro-Verschleißuntersuchungen sowohl bei parallelwandigen Teleskopen [8] als auch bei Konuskronen [8, 99, 127].

Grundsätzlich erfüllen Doppelkronensysteme jedoch die Anforderungen für Verankerungselemente in einigen Punkten sehr gut. Dazu zählen die einfache Handhabung für den Patienten, die exzellente Zugänglichkeit der Pfeilerzähne für Hygienemaßnahmen sowie die axiale und somit physiologische

Pfeilerzahnbelastung. Auch die sehr gute Kippmeiderfunktion hat sich bewährt [113]. Die einfache Erweiterbarkeit des Zahnersatzes nach Pfeilerverlust sowie die unproblematische Integrationsmöglichkeit von Implantatpfeilern bieten dem Behandler weitere deutliche Vorteile [127].

## 2.2 Vollkeramische Primärkronen

Zur Herstellung von doppelkronengestütztem Zahnersatz kommen konventionelle bewährte metallische Werkstoffe zur Anwendung wie hochgoldhaltige Legierungen, Paladiumbasislegierungen, Titan- sowie Nicht-Edelmetall (NEM)-Legierungen.

Bisher wurden an erster Stelle hochgoldhaltige Legierungen verwendet, um die Anforderungen an die mechanische Belastbarkeit, Korrosionsstabilität sowie Gewebefreundlichkeit zu erfüllen. Diese Legierungen hatten sich schon beim Kronen- und Brückenersatz bewährt, daher wurden sie seit vier Jahrzehnten auch erfolgreich in der Teleskop- und Konustechnik eingesetzt [76]. Den bereits beschriebenen vorteilhaften Eigenschaften von Doppelkronensystemen stehen allerdings auch Nachteile gegenüber: Die Unzulänglichkeiten der Doppelkronen bezüglich Haftkraftstabilität, Biokompatibilität und Ästhetik basieren auf der Verwendung von Metallen. Zur Optimierung dieser Parameter wurde ein innovatives Halteelement entwickelt, das Primärteile aus Keramik nutzt [127]. Dieses Halteelement kann sowohl bei Pfeilerzähnen als auch bei Implantaten verwendet werden. Die hohe Passungspräzision wird hierbei durch die intraorale Verklebetechnik erreicht [65].

Keramik zeigt zwar eine sehr kleine Toleranz bei Zugbelastungen, gegenüber Druckbelastungen hingegen besteht eine sehr geringe Empfindlichkeit [82]. Dieses Werkstoffverhalten erlaubt nur die Anwendung für Primärkronen, da in der Sekundärkrone beim Fügen Zugspannungen entstehen. Als Matrizenwerkstoff zeigen galvanogeformte Sekundärkappen günstige klinische Ergebnisse. Diese äußerst präzise passende Mesostruktur überträgt die Druckspannungen auf die Oberfläche der Keramik gleichmässig [127].

### **2.2.1 Ästhetik**

Die ästhetischen Vorteile bestehen darin, dass die zahnfarbene Keramik einen sichtbaren Metallrand vermeidet, der durch eine Gingivaretraktion entstehen kann. Weiterhin wirken zahnfarbene Pfeiler nach dem Herausnehmen der Teilprothese geringer entstellend als metallfarbene Primärkronen [127].

### **2.2.2 Haftkraftstabilität**

Das tribologische System Keramikpatrize, Speichel und Feingoldmatrize verhält sich beim Fügen und Trennen anders als konventionelle Konuskronen aus Metall. Die Oberfläche der direkt aufgalvanisierten Feingoldmatrize passt sich der Keramikoberfläche optimal an. Die Reibung des Systems durch Oberflächenrauigkeiten ist viel geringer als bei gussgeformten Materialien. Kaltverschweißung ist bei dieser Materialpaarung nicht möglich. Der Speichelfilm im Fügespalt verursacht eine Haftkraft, die auf zwei physikalischen Phänomenen basiert: Beim Trennen der Matrize von der Patrize entsteht ein Unterdruck, der über die kapillaren Spalträume ausgeglichen werden muss. Die reziprok von der Spaltbreite abhängigen Strömungswiderstände (Hagen-Poiseuillesches Gesetz) wirken der Trennung beider Kronen entgegen.

Die zweite Ursache beruht auf der Adhäsion von Flüssigkeiten; je planer die Oberflächen sind, desto grösser ist die resultierende Adhäsion.

Alle genannten Ursachen einer Haftung zwischen keramischer Patrize und der galvanogeformten Matrize sind unabhängig von der Größe der Kraft, die Matrize und Patrize in Einschubrichtung zusammenpresst sowie von der Anzahl der Fügezyklen [108]. Die durch den Speichel erzeugte Haftkraft hängt somit stark von einem geringen Fügespalt zwischen Keramik-Patrize und der korrespondierenden Matrize ab [125].

### **2.2.3 Biokompatibilität**

Dentalkeramiken zählen zu den nichtleitenden Werkstoffen. Aus diesem Grund wird eine Spaltkorrosion wie zwischen metallischen Primär- und Sekundärkronen vermieden. Die hervorragende Verträglichkeit zwischen glatten keramischen Oberflächen und der oralen Schleimhaut ist bekannt und vielfach untersucht. Die geringe Plaqueaffinität von polierten Keramiken [1, 109] erweist

sich insbesondere in der Geroprothetik als großer Vorteil [83], wenn altersbedingte Einschränkungen der Mundhygienefähigkeit vorliegen [49, 127].

## **2.3 Klinische Bewährung von doppelkronengetragenen Zahnersatz**

Seit Mitte der fünfziger Jahre sind zahlreiche Publikationen, Studien und klinische Erfahrungsberichte zu den verschiedenen Doppelkronenarten erschienen; zunächst zu den parallel gefrästen Teleskopkronen mit Friktion, später auch zu den anderen Doppelkronenarten. Im Folgenden werden einige Untersuchungen vorgestellt:

### **2.3.1 Resilienzteleskope**

Doppelkronen mit Spielpassung (Marburger Doppelkrone) bieten Führung, Abstützung und Stabilität gegen dislozierende Bewegungen, aber keine primäre Haltewirkung. Sie gewährleisten zwar eine spannungsfreie, aber keine kinetikfreie Lagerung und benötigen ein zusätzliches Halteelement (TK-Snap<sup>®</sup> Fa. Si-tec, Gevelsberg) [129, 130].

Wenz et al. untersuchten 2002 in einer retrospektiven Studie das Therapiekonzept der Marburger Doppelkrone, die mit Spielpassung gefertigt wird [129]. Die Autoren sehen den großen Vorteil dieses Halteelementes darin, dass diese im Gegensatz zu anderen Doppelkronensystemen sowohl zur resilienten als auch zur starren Lagerung der Prothese eingesetzt werden können. Bei dieser Doppelkronenart kommt es während des Einsetzens oder Herausnehmens weder zur Friktion noch zur Verkeilung – die Haltewirkung wird durch ein zusätzliches Halteelement erzeugt. Das Behandlungskonzept bevorzugt die totale Pfeilerintegration und den Verzicht auf transversale Verbinder. Die resiliente Lagerung der Prothese ist nach Ansicht der Autoren bei einem nicht mehr belastbaren Restzahnbestand indiziert; wenn z.B. nur drei oder weniger Pfeiler zur Abstützung zur Verfügung stehen. In dieser Studie wurden 125 Prothesen in zwei Gruppen mit starrer Lagerung ( $\geq 4$  Pfeilerzähne, 44% der Prothesen) bzw. resilienter Lagerung ( $\leq 3$  Pfeiler, 56% der Prothesen) differenziert. Bei einer durchschnittlichen Beobachtungsdauer von  $4,1 \pm 3,6$

Jahren betrug die Extraktionsrate 7,6%. Es bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Bei 4% der Pfeilerzähne mussten nach Eingliederung eine endodontische Behandlung durchgeführt werden. Das Risiko einer solchen Behandlung betrug 6% nach 5 und 8% nach 10 Jahren, wobei kein signifikanter Unterschied zwischen starrer oder resilienter Lagerung festgestellt wurde. Die Wahrscheinlichkeit, dass nach 5 Jahren noch alle Pfeilerzähne in situ waren, lag bei 84% und nach 10 Jahren bei 66%.

2002 veröffentlichten Hertrampf et al. die Ergebnisse derselben Studie mit der Fragestellung, ob die resiliente Lagerung von doppelkronenverankerten Teilprothesen eine Indikation hat [55]. Sie hoben hervor, dass dieses Halteelement eine Basisgestaltung erlaubt, die – im Gegensatz zur klassischen Deckprothese – keine durchgehenden Funktionsrand braucht, um einen Prothesenhalt zu erzielen. So könne auch eine parodontienfreie Gestaltung der Teilprothese erreicht werden. Nach 5 Jahren (10 Jahren) betrug die Verweilwahrscheinlichkeit für einen Pfeilerzahn bei starrer Lagerung der Prothese 97% (85%) und bei beweglicher Lagerung 89% (76%). Die Untergliederung für starr (4 Pfeilerzähne) und resilient (1-3 Pfeilerzähne) zeigte keinen statistisch signifikanten Einfluss der Anzahl der Pfeilerzähne auf deren Überlebenswahrscheinlichkeit. Somit formulierten die Autoren, dass im reduzierten Lückengebiss die resilient über Doppelkronen gelagerte Teilprothese eine erfolgreiche Therapieform darstelle.

### 2.3.2 Zylinderteleskope

1995 veröffentlichten Nickenig und Kerschbaum ihre Erfahrungen zur Langzeitbewährung von Teleskop-Prothesen [97]. 105 Teleskop-Prothesen, verankert an 402 Pfeilerzähnen, wurden über einen Zeitraum von 5 Jahren beobachtet. Nach diesem Beobachtungszeitraum waren 5% der Pfeilerzähne extrahiert, 13% der Konstruktionen waren von Pfeilverlust betroffen. Die Verlustrate im Oberkiefer war dabei höher (14,3%) als im Unterkiefer (5,5%). Bei 25% der Pfeilerzähne wurde in der Zwischenzeit eine Parodontaltherapie notwendig. Endodontische Behandlungen oder Sekundärkaries an Pfeilern waren selten eingetreten. Zu Dezementierungen kam es bei ca. 10% der Pfeiler. Innerhalb von 5 Jahren mussten 2% der Prothesen neu angefertigt werden, nach 8 Jahren waren 15% vollständig erneuert. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass beim teleskopierenden Teilersatz bezüglich des Kriteriums „Pfeilverlust“ keine günstigeren Werte erreicht werden als bei weniger

aufwendigen Versorgungsarten (Modellgussprothesen, Deckprothesen ohne Kronen).

Coca et al. untersuchten die Langzeitergebnisse bei 106 Teilprothesen, die auf 236 Teleskopkronen (natürliche Pfeilerzähne) befestigt waren [26]. In einem Beobachtungszeitraum von 5 Jahren kam es zu einem Verlust von 33 Pfeilerzähnen, wobei eine höhere Überlebensrate im Unterkiefer (92%) als im Oberkiefer (86%) festgestellt wurde.

Stark und Schrenker beschrieben 1998 eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 90% für den Zeitraum bis zu 6 Jahren nach Eingliederung [113]. In 45% der Fälle mussten Wiederherstellungsmaßnahmen an den Sekundärkonstruktionen oder Unterfütterungen durchgeführt werden. 13,2 % der Primärkronen mussten rezementiert werden. Geringe, in physiologischen Grenzen bleibende aber voranschreitende pathologische Veränderungen wurden an den Parodontien der Pfeilerzähne festgestellt. Die Festigkeit der Pfeiler nahm in den ersten drei Jahren geringfügig zu, danach aber wieder ab. Patienten mit partiellen Teleskopprothesen hatten durchgehend günstigere Befunde hinsichtlich parodontaler und mund- sowie prothesenhygienischer Parameter als Patienten, die mit teleskopierenden Deckprothesen versorgt waren. In Abhängigkeit von der Gegenbezahnung konnte weiterhin festgestellt werden, dass mit zunehmender Notwendigkeit zur tegumentalen Lagerung des Zahnersatzes im Gegenkiefer die Einlagerungstendenz der Teleskopprothese im untersuchten Kiefer geringer war. Der Halt der Prothesen nahm in etwa einem Drittel der Fälle ab. Das Alter der Patienten, die Pfeileranzahl und das Vorhandensein nicht integrierter Zähne hatten keinen Einfluss auf die Bewährung des teleskopierenden Zahnersatzes. Insgesamt wurden die Prothesen von den Patienten positiv bewertet.

Eisenburger et al. stellten 2000 eine retrospektive Studie über 250 teleskopgetragene Prothesen vor (617 Pfeilerzähne) [32]. In dem Untersuchungszeitraum von 4 Jahren betrug die Extraktionsrate der Pfeilerzähne 10,6%. Mit zunehmender Pfeileranzahl erhöhte sich die Überlebenszeit signifikant, jedoch nur bis zu 4 Pfeilern. Bei mehr als 4 Pfeilern ließ sich die Pfeilerprognose nicht weiter verbessern. Dieser Zusammenhang traf nur zu bei Prothesen mit bilateralem Freiendsattel mit Frontsattel, nicht aber beim Prothesendesign ohne Frontsattel.

Behr et al. verglichen 251 Zylinderteleskope und 160 Konuskronen hinsichtlich technischer Misserfolge miteinander [9]. Bei Zylinderteleskopen fand sich eine geringere Misserfolgshäufigkeit (34,2%) als bei Konuskronen (48,8%). Zu den Misserfolgen zählten Frakturen des Gerüsts, Brüche an den Lötstellen sowie an den Ersatzzähnen, Verblendabplatzungen und Dezementierungen. Letztere waren der häufigste Misserfolg bei beiden Halteelementen. Bei den Zylinderteleskopen trat dies bei 26% auf und bei den Konuskronen bei 18,6%. Verblendungsverluste wurden nur bei Konuskronen beobachtet, genauer gesagt bei 9,3%. Trotzdem zeigte die Überlebenswahrscheinlichkeit nach Kaplan-Meier keinen Unterschied zwischen beiden Systemen.

Bei einer mittleren Beobachtungsdauer von 3,8 Jahren ermittelten Widbom et al. eine Extraktionsrate von 7% im Rahmen ihrer Studie, in welcher 75 Prothesen mit 368 Pfeilern nachuntersucht wurden [131]. 4 (entspricht 5%) Cobalt-Chrom-Gerüste frakturierten. Eine Prothese musste erneuert werden, aufgrund von Pfeilerzahnverlust, was einer Prothesenüberlebensrate von 96% entspricht. An 13% der Pfeiler kam es zu Ereignissen wie Fraktur oder Dezementierungen. Die Autoren beschreiben, dass die meisten Frakturen bei Prothesen mit bilateralem Freundsattel auftraten.

Wöstmann et al. veröffentlichten 2007 die Ergebnisse ihrer Studie, in welcher sie 554 Zylinderteleskop getragene Prothesen auf 1758 Pfeilerzähnen bei einer mittleren Beobachtungsdauer von  $5,3 \pm 2,9$  Jahren nachuntersuchten [137]. 26 Prothesen (4,7%) mussten ersetzt werden. Die Extraktionsrate betrug 3,8%. Für die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen wurde nach 5 Jahren 95,1% und für die Pfeilerzähne 95,3% angegeben. Alter, Prothesenlokalisierung (Ober- oder Unterkiefer) und die Pfeilertopographie (Kennedy-Klasse) hatten darauf keinen signifikanten Einfluss. Das Risiko eines Prothesenmisserfolges war aber bei denjenigen Patienten um den Faktor 5,3 erhöht, welche nicht regelmäßig zum Recall erschienen waren. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit nach 5 Jahren bei Prothesen mit nur einem Pfeilerzahn bei 70,9% lag, bei zwei Pfeilerzähnen bei 90,4%, bei drei Zähnen bei 95% und bei 4 Pfeilern bei 97,9%. Bei mehr als 4 Pfeilern kam es bei dieser Beobachtungsdauer zu keinem Misserfolg. Bei 64,8% der Prothesen wurde mindestens eine Nachsorgemaßnahme vorgenommen, die häufigsten Misserfolge waren Verblendverluste (26,9%) und Dezementierungen (20,6%).

### 2.3.3 Konuskronen

Die Nachuntersuchung von 312 Konusprothesen nach K.-H. Körber, durchgeführt von Gernet et al. [45], ergab, dass nach 5-jähriger Tragedauer 84,3% der Versorgung un verändert im Mund waren. Es zeigte sich außerdem in parodontaler Hinsicht eine Strukturhaltung bzw. –verbesserung des Restgebisses. Die positive Wirkung der sekundären Verblockung beschrieben ebenfalls Frank [41], Böttger [20, 21], Heners und Walther [52, 53], K.-H. Körber [76], Igarashi und Goto [63].

Im Hinblick auf die Einstellung der Haftkraft der Konuskronen zur Sicherung des Prothesenhalts muss diese auf die parodontale Leistungsfähigkeit der Restzähne abgestimmt werden [76]. Gernet et al. schreiben, dass hohe Abzugskräfte nicht negativ auf das Parodont wirken können aufgrund des kurzfristigen Auftretens beim Herausnehmen, der positive Effekt der starren Verblockung würde überwiegen [45]. Im Gegensatz dazu hätten zu geringe Haftkräfte eine insuffiziente Retention zur Folge, sowie den Verlust der Führungsfunktion des Verankerungselementes. Kipp- und Drehmomente könnten auf das Pfeilerparodont übertragen werden.

1988 gaben Heners und Walther an, dass starr abgestützter Zahnersatz auf parodontal reduzierten Pfeilerzähnen nicht unbedingt eine Überbelastung und Traumatisierung der Parodontien zur Folge haben muss [52]. Die Pfeileranzahl sei für die Überlebenswahrscheinlichkeit sekundär. Die Aussage begründet sich auf eine Untersuchung von 1798 Konuskronen, wobei sich eine sehr niedrige Extraktionsrate von 3,9% zeigte, obwohl die 540 Prothesen auf meist parodontal geschwächten Pfeilerzähnen befestigt waren und alle Pfeiler ohne Transversalbügel integrierten. Weiterhin sprachen sich die Autoren dafür aus, dass es prinzipiell keine Zähne gebe, die nicht zur Aufnahme von Konuskronen als Retentionselement geeignet wären.

Diese Aussage konnte durch die Resultate einer weiteren Studie bestätigt werden, in der die Autoren nachweisen konnten, dass auch eine statisch ungünstige Pfeilerverteilung mit dem beschriebenen Prothesendesign keinen negativen Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit hat [53].

1990 veröffentlichten die beiden Autoren einen Artikel zur “Prognose von Pfeilerzähnen bei stark reduziertem Restzahnbestand“ [54]. Sie konnten beobachten, dass in einem Zeitraum von 2-7 Jahren insgesamt 150 von 2094 Pfeilern verloren gingen, was 7,2% entsprach. Sie gaben an, dass die Überlebensrate der Pfeilerzähne im reduzierten Restgebiss (1-3 Zähne)

statistisch signifikant geringer sei als im stärker bezahnten Gebiss (> 3 Zähne). Dies sei in der Mehrzahl der Fälle mit dem ungünstigen Ausgangsbefund zu begründen. Obwohl gezeigt wurde, dass Fälle mit 1-3 Pfeilern ein höheres Extraktionsrisiko aufweisen, müsse man dies in Relation zum Nutzen sehen, den der Versuch des Zahnerhaltes für den Patienten bedeute.

Zu schlechteren Ergebnissen führte eine Studie zum stark reduzierten Restgebiss (1-3 Pfeiler) von Hulten et al. [62]. Nach einer Trageperiode von 40 Monaten konnte eine Extraktionshäufigkeit von 10,1% und die Umarbeitung von 5,3% der Pfeilerzähne in Wurzelattachments konstatiert werden. Eine dentogingivale Lagerung mit unilateraler Pfeilerverteilung schien den frühen Misserfolg zu begünstigen. 63% der Prothesen zeigten eine ausreichende Retention nach der Beobachtungsdauer. Als Vorteil wird allerdings auch die hohe Zufriedenheit der Patienten genannt.

1997 werteten Bergmann und Mitarbeiter ihre klinischen Ergebnisse der Untersuchung von 18 über Konuskronen verankerten Teilprothesen aus [14]. Bei einer Überlebensrate von 78,3% nach 73 bis 92 Monaten. Nach diesem Zeitraum mussten 9% der ursprünglich 78 Pfeilerzähne extrahiert werden. Extraktionsursachen waren Wurzelfraktur, periapikale Entzündung, Wurzelkanalkaries und externes Trauma. 18% der untersuchten Flächen der 78 Pfeilerzähne wurden kariös, wobei die Defekte überwiegend an den Rändern der Primärkronen auftraten. Die jährliche Zunahme der kariösen/gefüllten Flächen betrug 2,3 bis 2,9%. Die Retention wurde bei 72% der Prothesen als ausgeprägt bezeichnet. Eine Wechselbeziehung zwischen der Anzahl von Pfeilern und der Retention konnte nicht festgestellt werden. Bei 23% der Pfeiler nahm die Mobilität über die Zeit zu, was zeitlich mit einem Nachlassen der Retention der Suprastruktur korrelierte. Als Ursache dieses Phänomens ziehen die Autoren die Inkongruenz zwischen Freundsätteln und Prothesenlager in Erwägung, welches möglicherweise einen Schaukeleffekt der Suprastruktur gefördert haben könnte. Rezementierungen waren bei 16,6% der Primärkronen erforderlich. Es waren Reparaturen an den Kunststoffsätteln notwendig, sowie neben Extraktions- und Füllungstherapien noch weitere Maßnahmen wie Wurzelbehandlungen, Unterfütterungen, Mundhygienebehandlungen und Polituren rauher Prothesenanteile. Die Autoren kamen zu der Schlussfolgerung, dass obgleich 50% der Patienten über unspezifische Sprechschwierigkeiten berichteten, Konuskronenprothesen auch für Patienten geeignet sind, die wenige Restzähne haben, die ungünstig verteilt sind und/oder unterschiedlich prognostisch bewertet werden.

Walther et al. analysierten in einer Studie die Tragedauer von 803 gewebeintegrierten Konuskonstruktionen auf 2714 Pfeilern über den Zeitraum von 17 Jahren, wobei als Zielereignis der Verlust aller Konuspfeiler festgelegt wurde [123]. Die Unterteilung in verschiedenen Gruppierungen erfolgte unter Berücksichtigung der Vitalität, der Sondierungstiefen und der Beweglichkeit in Abhängigkeit von der Anzahl der Pfeiler. Dabei konnte gezeigt werden, dass bei Prothesen mit nur einer Konuskronen in ca. 50% der Fälle innerhalb von 5 Jahren der Pfeilverlust auftrat, während es nach diesem Zeitraum bei Konstruktionen mit mehr als drei Pfeilern nur bei 2-3% der Fälle zu diesem Ereignis kam. Konstruktionen mit 2 Konuskronen zeigten in der Gruppe mit beweglichen Pfeilern eine signifikant höhere Verlustrate als in der Gruppe ohne Lockerung. Bei der Gruppe mit mehr als 3 Konuskronen war die Verlustrate nur in den Fällen mit avitalen Pfeilern erhöht. Bei der Gegenüberstellung von Konstruktionen mit bzw. ohne initial erhöhte Sondierungstiefen wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Überlebensraten gefunden.

Köhler evaluierte in einer retrospektiven Untersuchung die klinische Langzeitbewährung von konuskronenverankertem Zahnersatz anhand von 114 Versorgungseinheiten auf 512 Pfeilern sowie 11 Klammerzähnen mit überwiegend transversalem Gerüstdesign [73]. Ein Großteil dieser Prothesen (106) wies konventionelle Doppelkronen auf, lediglich bei 8 Versorgungseinheiten kam die Galvanotechnik zur Anwendung. Die mittlere Beobachtungsdauer betrug  $61,8 \pm 34,7$  Monate. Die subjektive Beurteilung der Patienten bezüglich Prothesenhalt und Kaufunktion ergab mit über 90% eine gute bis sehr gute Beurteilung. Weibliche Patienten waren insgesamt weniger zufrieden und beurteilten die Ästhetik weniger positiv. In 5 Fällen kam es zum Funktionsverlust. Die Gesamtüberlebensrate lag nach 5 Jahren unter Risiko bei 97,9% und nach 8 Jahren bei 90,3%. Die konstruktionsbezogene Pfeilverlustrate betrug nach 5 Jahren 21,9%, nach 8 Jahren 27,6%. Hierbei war die Extraktionsrate im Unterkiefer höher als im Oberkiefer, eine bevorzugte Zahngruppe konnte nicht gefunden werden. Dabei korrelierte das erhöhte Extraktionsrisiko mit einem initialen fortgeschrittenen Knochenabbau. Bezüglich einzelner Korrektur- und Reparaturmaßnahmen betrug das Risiko konstruktionsbezogen 48% nach 5 und 58,9% nach 8 Jahren Verweildauer, Erweiterungen und Unterfütterungen nicht einbezogen. Letztere zählten zu den häufigsten Einzelmaßnahmen. Nachbehandlungsmaßnahmen waren am häufigsten durch Parodontalbehandlungen und das Rezementieren gelöster Primärteile bedingt. Die Dezementierungsrate betrug 39,5% der 114 Versorgungseinheiten. Dieses Ereignis trat in den ersten beiden Jahren nach Eingliederung mit einer Häufung von 53% auf. Der Autor kam zur Schlussfolgerung, dass seine Untersuchung in weiten Teilen die gute klinische Langzeitbewährung von konuskronenverankertem Zahnersatz bestätigt.

So wird der etwas erhöhte Nachsorgeaufwand dieser Versorgungsform durch die positiven Ergebnisse kompensiert, die es ermöglichen, auch parodontal vorgeschädigte Zähne in den starr abgestützten Prothesenverbund erfolgreich zu integrieren. Dieses Halteelement verhalte sich im Vergleich zu anderen Verankerungselementen als überlegen.

### **2.3.4 Doppelkronenverankerter Zahnersatz auf Implantaten**

Nicht nur in der konventionellen Prothetik hat sich der kombiniert festsitzend-herausnehmbare Zahnersatz bewährt, sondern auch auf Implantaten [17, 18, 44].

Über positive klinische Erfahrungen mit Konuskronen in der Implantatprothetik berichteten bereits Blickle et al. [17]:

Die Autoren sehen die Indikationen implantatgetragener Konuskronen im teilbezahnten Kiefer (Pfeilervermehrung), im zahnlosen Kiefer mit 4-6 Implantaten (starre Abstützung) sowie in bedingt-abnehmbaren Brücken (Verankerungselement). Zu den Vorteilen zählen sie die optimale Hygienefähigkeit, die Kombinationsfähigkeit mit natürlichen Pfeilern, die Möglichkeit einer geplanten Pfeilerverteilung (Vermeidung ungünstiger Stegverläufe), die problemlose Erweiterbarkeit der Prothese, die Lastverteilung durch starre Verblockung aller Pfeiler und die Kontrollmöglichkeit des Einzelpfeilers.

Im Hinblick auf die biomechanische Belastbarkeit dieser Konstruktion fanden sie zudem, dass im Vergleich zur primären Verblockung mittels Steg durch Konuskronen eine stabilere Verblockung mit gleichmäßigerem Dämpfungsverhalten erzielt werden kann [18].

Erstmalig kam bereits Heners 1986 zu diesem Ergebnis [50]. War man ursprünglich davon ausgegangen, dass die primäre Verblockung der Implantatpfeiler und die anschließende gelenkige Verbindung des Zahnersatzes die Methode der Wahl sei, um eine Falschbelastung der Implantate zu verhindern, so wiesen die Ergebnisse seiner Fallkontrollstudie darauf hin, dass die herausnehmbare starre Verankerung auch auf Implantatpfeilern mit Erfolg angewendet kann.

1995 veröffentlichten Frisch et al. ebenfalls positive Ergebnisse über die implantatprothetische Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mittels Doppelkronen-Konstruktionen [44]. Bei den 15 Prothesen kamen im Rahmen

der Sekundärteleskopgestaltung die klassische Teleskoptechnik, die Galvanoaußenteleskop- und die Einstückgusstechnik zum Einsatz. Nach einer Beobachtungszeit von 3 Jahren kam es zu keinem Implantatverlust oder zur Ausbildung von Knochentaschen. Besonders vorteilhaft erschienen die hochwertige Retention, der gute Tragekomfort sowie die Hygienefreundlichkeit der Konstruktion, wobei ein Konzept zur Erhaltungstherapie vorausgesetzt wurde.

Trimpou untersuchte ein Patientenkollektiv über einen Beobachtungszeitraum von 3 Jahren, bei welchem insgesamt 21 implantat- und kombiniert zahnimplantatgetragene Konusprothesen inkorporiert wurden [119]. Dabei kamen als Patrizie SynCone<sup>®</sup>-Abutments des Ankylos<sup>®</sup>-Systems zur Anwendung sowie präfabrizierte hochgoldhaltige SynCone<sup>®</sup>-Matrizen. Die Tertiärgerüste bestanden aus einer CoCrMo-Legierung. Während des Herstellungsprozesses wurden die Prothesen ebenso wie bei unserem Patientenkollektiv intraoral gefügt, um eine hohe Passungspräzision zu erreichen. Bei Pfeilerzähnen bestanden die Primärkronen entweder aus einer hochgoldhaltigen Legierung oder aus der Glaskeramik IPS Empress 2<sup>®</sup>. Die dazugehörigen Matrizen wurden aus galvanogeformten Sekundärkronen gefertigt. Die Patientenzufriedenheit wurde anhand von Fragebögen evaluiert, welches die Patienten vor Behandlungsbeginn ausfüllen mussten, nach Eingliederung der Studienprothese sowie in den jährlichen Recalls. Nach drei Jahren ging 1 Implantat von insgesamt 91 verloren (Überlebensrate 98,91%). Bei 4 von 5 Prothesen, die auf 2 Implantaten verankert waren, mussten aufgrund der insuffizienten Retention die SynCone<sup>®</sup>-Matrizen ausgewechselt werden. Diese Modifikation erfolgte insgesamt sieben mal. 3 Patienten beurteilten, ebenso wie der Behandler, nach einer Tragedauer von 6 Monaten, die Retention als insuffizient, weshalb die präfabrizierten SynCone<sup>®</sup>-Matrizen ersetzt wurden durch Titan-Matrizen. 1 Jahr nach diesem Reparaturvorgang wurden bei 2 Patienten die Titan-Matrizen ausgetauscht durch neue SynCone<sup>®</sup>-Matrizen mit einer Höhe von 6mm, um die Retention, welche durch die Patienten als noch nicht ausreichend beurteilt wurden, zu erhöhen. Die Autorin stellte fest, dass die verminderte Retention lediglich bei Prothesen, die nur durch 2 Implantate stabilisiert wurden, beobachtet werden konnte. Obwohl in der Literatur mehrfach bestätigt wurde, dass die Komplikationsrate bei solchen Versorgungsmöglichkeiten erhöht sowie die Langlebigkeit vermindert ist, spricht sie sich dennoch auch für diese Konstruktionsweise aus, weil sie unter anderem indiziert ist als eine effektive, kostengünstige und qualitativ hochwertige Versorgungsmöglichkeit bei älteren Patienten. Sie kommt aber zu dem Schluss, dass bei diesem Indikationsgebiet SynCone<sup>®</sup>-Abutments und die dazugehörigen Matrizen eine Höhe von 6,5 mm haben müssen. Bei denjenigen Patienten mit mehr als 4 Pfeilern konnte die Autorin eine Zunahme der

Retention im Laufe der Gebrauchsperiode feststellen. Weiterhin beschreibt sie, dass anhand der Fragebögen evaluiert werden konnte, dass die Retention der SynCone<sup>®</sup>-Prothesen signifikant höher war als bei den vorherigen prothetischen Konstruktionen.

Krennmair und Mitarbeiter untersuchten bei 22 Patienten in einer klinischen Langzeitstudie kombinierte zahn-implantatgetragene Prothesen [79]. Es wurden insgesamt 60 Implantate inseriert und diese zusätzlich zu 48 Pfeilerzähnen mit Teleskopen, ähnlich der Marburger Doppelkrone, versorgt. Mit dem Ziel eine höhere Retention zwischen Primär- und Sekundärkrone zu erhalten, kamen zusätzliche Halteelemente (TC-Snap<sup>®</sup>, Fa. Si-Tec) zur Anwendung. Die Sekundärkronen wurden intraoral mit dem Gerüst verklebt. Nach einer mittleren Beobachtungsdauer von 38 Monaten kam es zu keinem Pfeilverlust, lediglich zu 3 Schraubenlockerungen. Bei zwei Fällen mussten die Halteelemente aktiviert werden, aber es war keine Prothesenerneuerung nötig. Die Autoren folgerten daraus, dass eine größere Pfeileranzahl die Überlebenswahrscheinlichkeit von Pfeilern und Prothesen erhöht.

Nickenig et al. veröffentlichten 2008 die Ergebnisse einer Untersuchung von 229 kombiniert zahn-implantatgetragenen Restaurationen, bei welchen es sich um 51 herausnehmbare teleskopierende Prothesen und 178 festsitzende Verbundbrücken handelte [98]. Die mittlere Beobachtungsdauer betrug 6,7 Jahre. 3 von 459 (0,65%) Implantaten gingen verloren aufgrund nicht erfolgter Osseointegration. 23 der 449 Pfeilerzähne (5,1%) mussten entfernt werden, wobei es sich bei den meisten (65%) um wurzelkanalbehandelte Zähne handelte. Die technische Komplikationsrate - dazu zählten Erneuerungen des Zahnersatzes oder Reparaturen - zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen beiden Arten von Zahnersatz.

## 2.4 Alternative zahn- und/oder implantatgetragene Verankerungselemente

### 2.4.1 Gegossene Klammern

Diese sind passgenauer, stabiler, fassen den Zahn körperlich besser und erfüllen Retentions- und Abstützungsfunktion. Modellgussprothesen werden dem Prinzip der minimalen Invasivität gerecht und sind relativ einfach und kostengünstig in der Behandlung. Die Nachteile bestehen in einer häufig unzureichenden Ästhetik und dem Karies-, Gingivitis- und Parodontitisrisiko für Halte- und Stützzähne durch eine Behinderung der Selbstreinigung und die Bedeckung der Zahnhartsubstanz mit Konstruktionselementen [42]. Sie sind eine Standardlösung im umfangreichen Lückengebiss, bei günstiger Pfeilerverteilung im stark reduzierten Restgebiss aber nur Ausnahmelösung, da sie keine adäquate Pfeilerbeanspruchung gewährleisten [103]. Die Belastung eines Prothesensattels führt oft zum Abhebeln des anderen Sattels oder der anderen Sättel [102]. Lauer et al. konnten zeigen, dass die maximalen Kaukräfte bei Konuskronenverankerungen signifikant höher waren als bei Klammerverankerungen und somit deren Kaufunktion überlegen sind [81]. Körber berichtete, dass nach seinen Untersuchungen nach circa achtjähriger Tragezeit ein hoher Retentionsverlust bei gussklammerverankerten Prothesen beobachtet werden konnte sowie häufige Klammerbrüche [74].

Gernet und Mitarbeiter fanden, dass Modellgussprothesen eine niedrigere Lebensdauer haben gegenüber Teilprothesen, die über Konuskronen verankert sind [45].

Eisenburger und Tschernitschek beschrieben, dass in den ersten beiden Jahren ihrer vergleichenden Studie die Teleskopversorgungen deutlich wartungsintensiver waren als die gussklammerverankerten Prothesen [33]. Bei Betrachtung der Gesamttragezeit bis zum Verlust zeigten aber Teleskop-Prothesen eine bis zu 25% höhere Überlebenswahrscheinlichkeit. Da sie leicht korrigierbar und so länger zu tragen seien, wiesen sie auch eine bessere Kosten-Nutzen-Relation auf.

Spiekermann stellte im Rahmen seiner Nachuntersuchungen nach einer Tragezeit von 4,5 Jahren fest, dass lediglich nur noch 52% der Modellgussprothesen funktionstüchtig, 19% durch Instandhaltungsmaßnahmen wieder herstellbar und 29% unbedingt erneuerungsbedürftig waren [112].

Wöstmann berichtete in seiner Veröffentlichung über eine Überlebensrate von 75% nach 5 Jahren im überwachten Gebrauch und lag damit um ca. 10-15% niedriger als die bei vergleichbaren Nachuntersuchungen von Zahnersatz aus unüberwachtem Gebrauch ermittelten Überlebenszeiten [136]. Zu diesen Maßnahmen gehörte die Einbindung der Patienten in ein halbjährliches Recall, bei welchem die Parameter Sondierungstiefen (jeweils 4 Meßstellen), Lockerungsgrad, Sulkusblutungsindex, statische Okklusion, Retention und Kongruenz der Prothesenbasis nachuntersucht wurden. Der Autor weist dabei auf den hohen Stellenwert regelmäßiger Kontrolluntersuchungen zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit von Kauorgan und Zahnersatz hin.

### **2.4.2 Stege**

Stege werden von vielen Autoren ähnlich gut wie andere Verbindungselemente bewertet [91, 102]. Mit drei oder vier Implantaten wird die Rotationstendenz der Prothese auf ein Minimum reduziert, aber die eingeschränkten Reinigungsmöglichkeiten sind vor allem für den älteren Patienten als problematisch zu betrachten [16, 24, 86]. Sie weisen im Gegensatz zu den Doppelkronen keine Erweiterbarkeit bei Pfeilerverlust auf, fassen die Pfeiler nicht körperlich [51, 107] und zeigen ungünstigere intraossäre Belastungsverhältnisse [18], obwohl sich bei einer Studie von Nickenig et al. günstigere Risiken für die Steg-Gelenk-Konstruktion ergaben [96].

### **2.4.3 Magnete**

Magnete bieten einige Vorteile: Sie erfordern einen geringen zahnärztlichen und zahntechnischen Aufwand bei der Herstellung, sind relativ kostengünstig, einfach in der Handhabung und Pflege, vor allem für den älteren Patienten [24, 27]. Demgegenüber steht die insbesondere bei horizontalen Kräften sehr eingeschränkte Haltewirkung, wie Burns und Prisender in ihren Nachuntersuchungen zeigen konnten [24, 101]. Ein entscheidender Nachteil bei Magneten, Stegen und Kugelkopfattachments besteht darin, dass sie nicht mit natürlichen Pfeilern kombiniert werden können; dies ist nur mit erhaltungswürdigen Wurzelresten möglich.

## 2.4.4 Kugelkopfattachments

Kugelkopfattachments sind ähnlich wie Magnete kostengünstig, beanspruchen wenig Platz und lassen sich auf direktem Weg im Mund des Patienten in die Prothese einarbeiten, wobei sie eine bessere Retention und eine höhere Stabilität bieten als Magnete [24]. Nachteilig ist bei ihnen, dass sie wenig stabil und verschleißbeständig sind [78]. Zudem lassen sich die Matrizen kaum aktivieren [107]. Die Reparaturen sind schwieriger und dauern länger im Vergleich zu Stegen [88], wobei sie auch eine deutlich niedrigere Erfolgsrate zeigen [78].

## 2.5 Materialien

### 2.5.1 Historische Entwicklung keramischer Werkstoffe

Keramische Werkstoffe finden schon seit längerer Zeit Anwendung in der Zahnmedizin und haben sich klinisch und materialtechnisch hervorragend bewährt. Ihr Einsatz bestimmt heute wesentlich das hohe ästhetische Niveau der restaurativen Zahnheilkunde.

Der Name Keramik leitet sich vom griechischen Wort „keramos“ ab und bezeichnet den Töpferon. Bei diesem Werkstoff handelt es sich um quellfähige Aluminiumsilikate mit Schichtstruktur, bei welchem bei starkem Erhitzen (Brennen) die plättchenförmigen Tonkristalle unter Volumenschwund zu einem Festkörper zusammen sintern. Die heutigen dentalkeramischen Massen entwickelten sich aus dem Porzellan, das als das edelste Tonzeug gilt. Es wurde etwa 700 Jahre n. Chr. zuerst in China hergestellt. Vermutlich kam das Porzellan erst im 15. Jahrhundert nach Europa. Das deutsche Porzellan war kaolinreich und hart, während seit etwa 1770 in Frankreich ein Weichporzellan entwickelt wurde, das aus einer Mischung von Quarzsand, Gips, Salpeter, Alabaster, Soda u. a. bestand. Dort wurden die ersten Versuche unternommen, Zahnersatz aus Porzellan herzustellen. Nachdem in England und in den USA ab Mitte des 19. Jahrhunderts mit der Fabrikation künstlicher Zähne begonnen wurde, folgten auch Zahnfabrikgründungen in Deutschland. Parallel dazu waren vor allem Zahnärzte bemüht, keramische Werkstoffe auch für festsitzende Therapieformen wie Füllungen, Kronen und Brücken einzusetzen [31]. Die durch ihre Sprödigkeit und Bruchanfälligkeit begrenzte Einsatzfähigkeit führte,

beginnend mit Fauchard 1733 [87], immer wieder zu Versuchen, Silikatwerkstoffe metallisch zu armieren bzw. sie als Verblendwerkstoffe auf Metallgerüste aufzubrennen. 1887 wurde in den USA die Platinfolie als Brennträger in die Dentalkeramik eingeführt und damit die Voraussetzung für die Herstellung von Mantelkronen aus keramischen Massen geschaffen, den Jacketkronen. Diese Kronenart für den Frontzahnbereich bewährte sich in Deutschland in den dreißiger Jahren und fand auch in der Folgezeit weitere Verbreitung.

Im Zuge zahlreicher Weiterentwicklungen und Verbesserungen gelang es, ausgehend von der platinfolienarmierten Jacketkrone, galvanotechnisch, sintermetallurgisch oder mit Hilfe kaltformbarer Folien aufbrennfähige metallische Dünnschichtgerüste herzustellen [118]. Parallel zu diesen Verbesserungen und Modifikationen metallkeramischer Restaurationen wurden weitere Versuche unternommen, auch vollkeramische Materialien zu entwickeln, die sich als dauerhafter Werkstoff für zahnärztliche Indikationen eignen. Der wesentliche indikationseinschränkende Nachteil vollkeramischer Restaurationen besteht in ihrer niedrigen Bruch- und Scherfestigkeit. Die weitere Entwicklung war daher bestimmt durch Bemühungen um Gefügeverstärkung und defektminimierende Herstellungsverfahren [31]. Grundlegende Materialverbesserungen wurden erreicht durch den Einsatz von Aluminiumoxidkristallen (z.B. Vitadur N<sup>®</sup>, In-Ceram<sup>®</sup>), Leuzit (Duceram<sup>®</sup>, Empress<sup>®</sup>), Glimmer (Dicor<sup>®</sup>), Hydroxylapatit (Cerapearl<sup>®</sup>), Doppeloxidkristalle (Spinelle) und Zirkonoxid.

Zusammensetzungs- und Strukturveränderungen der klassischen Dentalkeramik bis hin zu glaskeramischen Werkstoffen führten seit 1985 zur Entwicklung einer Vielzahl neuer dentalkeramischer Systeme, die durch neue Verarbeitungstechnologien gekennzeichnet waren. So wurden neben der bewährten Sintertechnologie das Guss- (Dicor<sup>®</sup>), Press- (Empress<sup>®</sup>) und Fräsverfahren eingeführt. Weiterhin konnten durch maschinelle Fräsung von keramischen Restaurationen mit Hilfe von CAD/CAM-Systemen (z.B. Cerec), Kopierfräsung (Celay-System) oder Sonoerosion Keramiken mit verbesserten mechanischen Eigenschaften industriell hergestellt werden [31], so dass das Indikationsspektrum für diese Substanzen mehr und mehr ausgedehnt werden konnte.

Die erfolgreiche Entwicklung der Dentalkeramik und ihrer Verarbeitungstechnologien sowie die Erfahrungen beim klinischen Einsatz sichern dieser Materialgruppe heute und auch in voraussehbarer Zukunft eine herausragende Bedeutung bei der Restauration zerstörter oder verlorengegangener Zahnhartsubstanz [115, 134].

### 2.5.2 IPS-Empress<sup>®</sup> und IPS-Empress 2<sup>®</sup>

Zu den speziellen Eigenschaften der Vollkeramik-Systeme zählen neben der ausgezeichneten Ästhetik die hohe Form- und Farbstabilität, die hohe chemische Beständigkeit, sowie die hohe Erosions- und Abrasionsfestigkeit. Zu weiteren günstigen physikalischen Eigenschaften sind der thermische Expansionskoeffizient und die Wärmeleitfähigkeit zu zählen, die denen von Schmelz und Dentin sehr ähnlich sind. Andererseits ist die relative Sprödigkeit von Keramik oft Grund für Einschränkungen bei dessen Einsatz als Dentalwerkstoff und folglich jedes System nur auf dessen spezifischem Indikationsgebiet limitiert anwendbar. Um das Risiko einer Rissausbildung zu mindern oder eine solche ganz verhindern, wurden verschiedenste Methoden der Herstellung oder der Werkstoffzusammensetzung getestet und weiter verfeinert.

Das IPS Empress-System<sup>®</sup>, welches 1983 am Zahnärztlichen Institut Zürich entwickelt wurde [135], zählt zur Werkstoffgruppe der Glaskeramik. Dort werden folgende Verfahren zur Erhöhung der Festigkeit angewendet:

Der klassische Weg zur Entwicklung einer Glaskeramik geht von einem Ausgangsglas aus (chemisches Grundsystem bei IPS Empress<sup>®</sup>:  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$ ) und führt über eine spezielle thermische Behandlung bei 900-1200°C zur Entstehung eines Spezialglases, in dem Kristalle in einer Glasmatrix eingebettet sind. Über den Mechanismus der gesteuerten Oberflächenkristallisation wird die Keimbildung an den Korngrenzen des Ausgangsglases initiiert. So entstehen 1-3µm große lamellenartige Leuzitkristalle (Leuzit:  $\text{K}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-4SiO}_2$ ), welche gezielt von der Oberfläche ins Innere des Glasparkels wachsen. Durch den beschriebenen heterogenen Gefügebau aus Glasmatrix und Leuzitkristallen wird eine Festigkeitssteigerung erreicht, da es zu einer Ablenkung der Risse an den Leuzitkristallen kommt [132].

Ebenso wird eine Erhöhung der Bruchfestigkeit durch die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Leuzitkristall und Glasphase erreicht. Die Kristalle haben dabei eine höhere thermische Ausdehnung als das sie umgebende Glas, so dass beim Abkühlungsvorgang die Glasphase unter eine Druckspannung gesetzt wird. Diese ist umso größer, je größer die Differenz der beiden Ausdehnungskoeffizienten ist.

Beim Herstellungsvorgang dieser Presskeramik werden industriell vorgebrannte Keramikrohlinge bis zum plastischen Zustand auf 920°C erhitzt und bei 3-4 bar in die mittels der Wachsmodellation hergestellten Hohlform gepresst. Durch

dieses Druckverfahren werden zum einen Porositäten eliminiert und die Ausbildung von Mikrorissen vermieden [135]. Gleichzeitig kommt dadurch auch eine gleichmäßigere Verteilung der Leuzitkristalle in der Glasmatrix zustande, was nochmals zu einer höheren Festigkeit des Materials führt [29]. Für den gesamten Verarbeitungsprozess wurde eine spezielle Apparatur, der EP 500 Pressofen, entwickelt [61].

Seit 1990 können Vollkeramik-Restaurationen im IPS Empress Heißpressverfahren [135] hergestellt werden. Diese Technik erlaubt die Herstellung von ästhetisch hochwertigen Veneers, Inlays, Onlays sowie Front- und Seitenzahnkronen. In bis zu 7-jährigen Langzeitstudien [116] wurden mit IPS Empress<sup>®</sup> gute klinische Erfolge erzielt. Da die Biegefestigkeit aber unter 200 MPa liegt, sind mit diesem Material keine Brückenkonstruktionen möglich. Deshalb wurde eine neue hochfeste IPS Empress 2<sup>®</sup> Schichttechnik-Keramik entwickelt, welche die herkömmliche Schichttechnik-Keramik von IPS Empress ersetzt. Die Materialkomponenten der IPS Empress<sup>®</sup> Maltechnik bleiben unverändert bestehen [132].

Die Gerüstkeramik der IPS Empress 2<sup>®</sup> Schichtkeramik ist eine Lithiumdisilikat-Glaskeramik. Dieser Werkstoff stellt die hochfeste Komponente dieses Materialsystems dar und basiert auf der chemischen Grundlage eines  $\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O}$  Systems. IPS Empress 2<sup>®</sup> besitzt gegenüber bisherigen Lithiumdisilikat-Glaskeramiken verbesserte chemische Eigenschaften. Zu nennen sind hierbei die vorteilhaften Verarbeitungseigenschaften (Verpressen der Glaskeramik bei 920°C durch viskoses Fließen) sowie die erreichte hohe Transluzenz [132].

IPS Empress<sup>®</sup> und IPS Empress 2<sup>®</sup> unterscheiden sich nicht nur in ihrem chemischen Aufbau und den physikalischen Eigenschaften, sondern auch im Aufbau ihres Gefüges. Hauptsächlich besteht die kristalline Phase von IPS Empress 2<sup>®</sup> mit mehr als 60 Vol-% aus länglichen ca. 0.5 – 5 µm großen Lithiumdisilikat-Kristallen. Als weitere Kristallart finden sich 0.1 µm bis 0.3 µm kleine Lithiumorthophosphat-Kristalle [132].

Zur zahntechnischen Verarbeitung der IPS Empress 2<sup>®</sup>- Rohlinge wird die gleiche Pressapparatur (IPS Empress EP 500 Pressofen, Ivoclar AG) verwendet, wie für die Leuzitglaskeramik IPS Empress<sup>®</sup>, wobei jedoch auf die genaue Einstellung der Presstemperatur auf 920°C (bei IPS Empress<sup>®</sup> 1180°C) geachtet werden muss, weil sich das Pressverhalten von IPS Empress 2<sup>®</sup> unterscheidet. Ursächlich dafür ist seine unterschiedliche Temperatur-Viskositäts-Funktion. Somit können sich sowohl zu hohe als auch zu niedrige Presstemperaturen nachteilig auf die Eigenschaften des Endproduktes

auswirken. Die Dauer des Pressvorganges zur Herstellung der Kronen und Brücken beträgt 5 – 15 Minuten [132].

Die IPS Empress 2<sup>®</sup> Glaskeramik ist mit Flusssäure ätzbar. Einen optimalen Verbund erreicht man nach 20 s Ätzung mit dem HF-haltigen IPS Ceramic Ätzgel, einer Silanisierung mit Monobond-S<sup>®</sup> und einer Applikation von Heliobond<sup>®</sup>. Bei Verwendung des Klebesystems Variolink II<sup>®</sup> wurde eine sehr gute Verbundfestigkeit von ca. 30 MPa erreicht [132].

### **2.5.3 Das faserverstärkte Komposit-Verbundsystem Targis/Vectris**

Im Zuge eines steigenden Informationsgrades der Bevölkerung bezüglich der Gesundheit nahmen einerseits die Ansprüche der Patienten, andererseits die Vorbehalte und die Empfindlichkeit auf Allergien und allgemein schädlichen Metalleinwirkungen zu. Darauf antwortete die Dentalindustrie mit dem Versuch, metallfreie Kronen- und Brückensysteme zu entwickeln [75]. Die Firma Ivoclar führte zu dieser Zeit das faserverstärkte Komposit-System Targis/Vectris als Alternative ein.

Dieses System besteht aus zwei Komponenten, dem Gerüstmaterial Vectris<sup>®</sup>, bestehend aus Glasfaserbündeln eingebettet in eine organische Kunststoffmatrix, und dem Komposit-Verblendmaterial Targis<sup>®</sup>, welches zu den Ceromeren (ceramic optimized polymer) gehört.

Glasfaserverstärkte Kunststoffe finden seit vielen Jahren Verwendung in der allgemeinen Technologie, vor allem im Flugzeugbau. Dieses technologische Prinzip gilt als sehr bruchfest bei gleichzeitig geringer Dimensionierung. Es vereinte somit die Vorteile metallkeramischer Restaurationen bezüglich der mechanischen Festigkeit mit der ästhetischen Tiefenwirkung und gleichzeitiger korrosionsfreier Gewebeverträglichkeit metallfreier Keramik- und Glasbrücken [75].

Eine Materialbeschreibung der Firma Ivoclar fasst die Eigenschaften des faserverstärkten Komposit-Verbundsystems so zusammen, dass es sich beim Gerüstmaterial Vectris<sup>®</sup> um ein lichtreaktives zahnfarbenes, lichtdurchlässiges, ästhetisches Material handelt, das sehr gute Voraussetzungen für naturnahe Versorgungen bietet. Da es aus mehreren Schichten von Fasermatten sowie uniaxial ausgerichteten Faserbündeln besteht, welche durch die gleiche organische Polymermatrix wie Targis verstärkt werden, wird so der Verbund gesichert und gleichzeitig ermöglicht, dass die über den Verblendwerkstoff übermittelten Kaukräfte im Gerüst homogen in der Rekonstruktion verteilt werden. Der Faser werden insbesondere eine hohe Zug- sowie eine geringe

Scherfestigkeit zugeordnet, während die Matrix vor allem eine höhere Zähigkeit aufweist. Die sehr gute, spannungsfreie Passgenauigkeit mit den geeigneten physikalischen Eigenschaften wird durch den gezielten Einsatz von Vakuum, Druck und Licht erreicht. Dieser Prozess erfolgt automatisch und kontrolliert in einem entsprechenden Gerüstformer. Weiterhin ist es im WAK und im Biegemodul dem neuen Verblendwerkstoff Targis® angepasst [133].

Bei Targis® weiterhin handelt es sich um einen hochgefüllten (75-85% anorganische Füllkörper) lichtreaktiven Verblendwerkstoff aus der Gruppe der Ceromere. Der hohe Gehalt an Füllkörpern verleiht dem Material ästhetischen Eigenschaften, die mit keramischen Massen vergleichbar sind, währenddessen die organische Matrix die einfache und sichere Verarbeitung der Kunststoffmaterialien erlaubt. Die Matrix entsteht durch Polymerisation der Monomere, und die Füllstoffe werden chemisch über ein Silan in die Matrix eingebunden, die Abrasivität des Materials wurde zum Schutz des Antagonisten dem natürlichen Zahnschmelz angeglichen. Nach Herstellung der zahntechnischen Arbeiten werden die Werkstücke im entsprechenden Lichtofen nachvergütet. Während dieses gesteuerten Prozesses werden durch Einwirkung von Licht und Wärme zahlreiche Werkstoffeigenschaften (Mundbeständigkeit, Farbstabilität, Abrasionsverhalten, Plaqueanlagerung) entscheidend optimiert [133].

Als Indikationsbereich wurde ursprünglich die Anwendung für die Herstellung von Einzelkronen und dreigliedrigen Kronen- und Inlaybrücken angegeben. Erste wissenschaftliche Untersuchungen bezüglich der werkstoffkundlichen Eigenschaften und klinischen Anwendung zeigten positive Ergebnisse [46, 75, 80, 84, 85, 95].

### **2.5.3.1 Glasfaserverbundwerkstoffe als Material für Brückenzahnersatz**

Freilich et al. untersuchten 39 dreigliedrige Brücken aus dem Verbundwerkstoff Sculpture/FibreKor über einen Zeitraum von 4 Jahren und dokumentierten eine Überlebensrate von 74% [43]. Nach Ausschluss von Bruxismus-Patienten und den ersten, graziler gestalteten Restaurationen, konnte eine Überlebensrate von 92% festgestellt werden.

Behr et al. führten eine klinische Studie durch, im Rahmen derer 19 Patienten mit Kronen- und Brückenrestorationen aus dem Targis/Vectris-System versorgt wurden [10]. Nach drei Jahren lag die Überlebenswahrscheinlichkeit für die Kronen bei 82% und für die Brücken bei 72%. Aufgrund der hohen

Verschleißerscheinungen wie Verfärbungen, Abrasionen und Materialabplatzungen bis teilweise zum Gerüstmaterial empfahlen die Autoren allerdings, den Indikationsbereich des faserverstärkten Komposit-Verbundsystems Targis/Vectris auf die provisorische Versorgung einzuschränken.

Bohlsen und Kern evaluierten 2003 die klinische Bewährung von 150 Targis/Vectris-Restaurationen bei 39 Patienten [19]. Als absolutes Misserfolgskriterium galt hier der Verlust oder die Erneuerung der Restaurationen. Die Überlebenswahrscheinlichkeit nach drei Jahren betrug für alle Restaurationen 58,8%. Dabei konnten jedoch bei den meisten Restaurationen, vor allem im Seitenzahnbereich, Verfärbungen, Kronenrandaussprengungen und starke okklusale Abrasionen festgestellt werden. Weiterhin wurden auch verstärkte Plaqueanlagerungen gegenüber natürlichen Zähnen und konventionellem Zahnersatz beobachtet.

Monaco et al. untersuchten 41 Inlaybrücken über einen Zeitraum von 4 Jahren [94]. Dabei zeigte sich eine Frakturnrate von 16% bzw. 5% für die unterschiedlich verwendeten Gerüstdesigns, wobei kleine Frakturen der Verblendung jeweils repariert werden konnten.

Vallittu veröffentlichte im Jahr 2004 ebenfalls eine Studie, die sich mit dem klinischen Langzeiterfolg von Brückenrestaurationen aus glasfaserverstärkten Kompositen befasste [121]. Dabei wurden bei 29 Patienten insgesamt 29 drei- bis fünfgliedrige Brücken eingesetzt und bis zu 63 Monate nachuntersucht (Mittelwert: 42 Monate). Dabei zeigte sich eine Überlebenswahrscheinlichkeit der Brücken nach 63 Monaten von 75%.

Im Rahmen einer klinischen Studie in Zürich wurden bei 36 Patienten 53 adhäsiv befestigte Inlaybrücken im Seitenzahngebiet eingegliedert [47]. Nach 5 Jahren beobachteten Göhring und Mitarbeiter eine Delamination des Kompositmaterials vom Glasfasergerüst als häufigste Komplikation. Die kumulative Überlebensrate betrug 73% für Nicht-Delamination und 96% für Nicht-Debonding. Nach Meinung der Autoren bieten diese Restaurationen zwar eine ausreichende Retention und einen guten Randschluss, allerdings sollten zukünftige Studien darauf abzielen den Verbund zwischen Gerüst- und Verblendmaterial zu verbessern, um das Risiko von Delaminationen zu verringern.

Unlu und Belli untersuchten 2006 die klinische Bewährung von glasfaserverstärkten Adhäsivbrücken mit präfabrizierten Brückengliedern bei 23 Patienten, wobei die Pfeilerzähne nicht präpariert wurden [120]. Nach 3 Jahren waren noch 78,3% der Restaurationen in situ, so dass die Autoren für diese kurze Zeitspanne von akzeptablen Ergebnissen sprechen.

### **2.5.3.2 Glasfaserverbundwerkstoffe als Gerüstmaterial für herausnehmbaren Zahnersatz**

Die Verwendung von Glasfaserverbundwerkstoffen als Gerüstmaterial für herausnehmbare Prothesen ist nur in einigen wenigen Studien bzw. Fallberichten untersucht worden.

Bereits im Jahr 1995 wurde von Bergendal und Mitarbeitern eine Untersuchung veröffentlicht, bei welcher 25 Patienten mit insgesamt 27 implantatgetragenen carbonfaserverstärkten Kunststoffprothesen versorgt und nachuntersucht wurden [12]. Nach einer durchschnittlichen Tragezeit von 44 Monaten waren 70% der Prothesen noch in situ, bei 5 Prothesen war es zu einer Gerüstfraktur gekommen, die stets in der Nähe des endständigen Implantats auftrat. Somit schlussfolgern die Autoren, dass durch ihr Verfahren eine biokompatible Suprastruktur mit niedrigen Kosten und guten ästhetischen Ergebnissen erzielt werden kann, die mechanischen Eigenschaften jedoch noch unbefriedigend sind.

Neuere Veröffentlichungen zu diesem Thema existieren nur als Fallberichte. So liegt von Duncan ein Beitrag vor, in dem die Versorgung eines Patienten mit einer implantatgetragenen Prothese beschrieben wird, die ein glasfaserverstärktes Prothesengerüst aufweist [30]. Die über einjährige Nachuntersuchung dieses Patienten ergab keine Schwierigkeiten, jedoch war die in diesem Bericht vorgestellte Prothese nicht metallfrei, da zur Retention auf den verwendeten Stegen Metallclips eingesetzt wurden.

Von Akin et al liegt ebenfalls ein Fallbericht vor, der sich mit der Verwendung glasfaserverstärkter Kunststoffe als Bestandteil eines herausnehmbaren Zahnersatzes beschäftigt [2]. In der angesprochenen Veröffentlichung wird über die Behandlung eines 13jährigen Patienten berichtet, der als Traumafolge drei Oberkiefer-Frontzähne verloren hatte. Da eine definitive Versorgung mit einem Brücken- oder Implantatzahnersatz aufgrund des jugendlichen Alters nicht möglich war, wurde ein herausnehmbarer, brückenähnlicher Ersatz aus glasfaserverstärktem Kunststoff angefertigt, der über die unpräparierten,

lückenbegrenzenden Zähne ähnlich wie eine Brücke plaziert, jedoch nicht zementiert wurde. Im Rahmen der 15monatigen Nachuntersuchungsphase traten keinerlei Probleme auf. Die Autoren empfehlen dieses Vorgehen in Fällen, in denen eine Lückensituation im Sinne eines Langzeitprovisoriums versorgt werden soll.

Kelly erstellte ebenfalls 2007 ein systematisches Review der vorliegenden klinischen Studien, welche sich mit glasfaserverstärkten Kompositen als Brückenmaterial und Gerüstmaterial beschäftigen [72]. Dabei kommt er zu dem Schluss, dass zum Zeitpunkt seiner Veröffentlichung zu wenige klinische Daten aus geeigneten, gut konzipierten Langzeitstudien vorliegen. Somit kann keine valide Aussage über die Eignung dieser Stoffe für die oben genannten Indikationsbereiche getroffen werden, da die zahlreich vorliegenden in vitro-Untersuchungen für eine solche Einschätzung nicht ausreichen.

## **2.6 Bedeutung der Patientenzufriedenheit und der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität (MLQ)**

### **2.6.1 Patientenzufriedenheit**

Die gestiegene Bedeutung des Parameters Patientenzufriedenheit im Kontext zahnärztlicher Prothetik lässt sich unzweifelhaft an den Wandlungen und Modifikationen der Definitionen der Aufgaben dieses zahnärztlichen Fachgebiets erkennen.

Während beispielsweise Jokstad et al. 1998 [70] in ihrer Begriffsbestimmung dieses zahnärztlichen Teilgebiets die funktionelle und ästhetische Wiederherstellung des Kausystems betonen, gehen aktuellere Definitionen der Aufgaben zahnärztlicher Prothetik in ihrem umfassenden Anspruch weit über die Begrenzungen des Kausystems hinaus und schließen neben den oralen Funktionen explizit Therapieziele wie Wohlfühlen, Aussehen und die allgemeine Gesundheit des Patienten ausdrücklich ein [66].

Diese umfassende Sicht teilt gleichermaßen die Deutsche Gesellschaft für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, welche die Aufgaben der Zahnersatzkunde folgendermaßen definiert: „Zahnärztliche Prothetik ist ein medizinisches Fachgebiet, das sich schwerpunktmäßig mit der klinischen

Betreuung und der oralen Rehabilitation bei fehlenden Zähnen oder ausgeprägter Zahnhartsubstanzschädigung befasst. Es schließt alle damit zusammenhängenden biologischen, funktionellen, psychosozialen, materialkundlichen und technologischen Aspekte ein. Im Vordergrund steht ein patientenzentrierter präventiver, auf Gesundheitsnutzen ausgerichteter Ansatz. Dieser wird ganzheitlich verstanden, zielt auf den Erhalt oraler Strukturen ab und bezieht die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität ausdrücklich ein.“ (Deutsche Gesellschaft für zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde, 2005).

Diese Begriffsbestimmungen tragen somit der Tatsache Rechnung, dass für den dauerhaften Erfolg einer zahnärztlich-prothetischen Therapie nicht nur biologische, materialkundliche, technische, funktionelle und dentale Faktoren eine Rolle spielen, sondern insbesondere der Patientenakzeptanz und -zufriedenheit mit dem Zahnersatz eine wesentliche Bedeutung zukommen.

Somit müssen zahnärztliche Therapieformen nicht nur hinsichtlich ihres klinischen Langzeiterfolges evaluiert werden. Vielmehr ist zusätzlich die Berücksichtigung patientenspezifischer, subjektiver Faktoren von Bedeutung, da psychische und psychosoziale Störungen einen erheblichen Einfluss auf das individuelle Leiden und die Selbsteinschätzung und Bewertung des Patienten haben können [34, 35].

Die Bedeutung dieser subjektiven Einschätzung lässt sich anhand zahlreicher Studien zeigen, bei denen das Befinden der Patienten nicht mit dem klinischen Erfolg korreliert [5, 6, 11, 13, 38].

Durch solche patientenbasierten Ergebnisgrößen lässt sich daher das Spektrum klinischer Daten um wichtige subjektive Komponenten erweitern, so dass für eine Erfolgsbeurteilung patientenbasierte Messgrößen wertvolle zusätzliche Informationen liefern und klinische Parameter ergänzen sollten [59, 124, 39].

## **2.6.2 Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität**

Einen weitergehenden Parameter, der über die bloße Patientenzufriedenheit hinausgeht, stellt die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ) dar. Durch diese kann der Einfluss auf das Wohlbefinden einer Person als Ganzes beschrieben werden.

Micheelis berichtet, dass sich „in den letzten 15 bis 20 Jahren in der medizinischen Versorgungsforschung eine sehr deutliche Erweiterung des Blickwinkels auf diesem Problemfeld ergeben hat, und es gewinnen zunehmend auch Endpunkte an Bedeutung, die auf das subjektive Erleben bzw. auf das

Verhalten des Patienten abzielen. Gesichtspunkte wie „körperliches Wohlbefinden“, „emotionale Gesundheit“, „soziale Funktionsfähigkeit“, „allgemeine Gesundheitswahrnehmung“ u. a. m. wurden und werden damit zusätzlich ins Blickfeld gerückt und methodisch in eigenständiger Form – vor allem durch entsprechende sozialwissenschaftliche Fragebogenkonstruktionen – als zweite Dimension des Behandlungsergebnisses in der medizinisch-klinischen Forschung berücksichtigt“ [92].

Somit ist die MLQ der Teil der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, der sich auf das kranio-mandibuläre System bezieht und komplementäre Informationen zu klinischen Indikatoren oraler Erkrankungen, zum Beispiel Indizes für Karies oder Parodontopathien, liefert.

Nach John stellen wesentliche Teilbereiche von MLQ Funktionseinschränkungen des Kau-systems, orofaziale Schmerzen, dentofaziale Ästhetik und psychosoziale Einflüsse der Mundgesundheit dar [66].

MLQ ist folglich nicht identisch mit Patientenzufriedenheit, letztere kann jedoch die Lebensqualität beeinflussen. Im Gegensatz zur Zufriedenheit versucht MLQ den Einfluss einzelner oraler Faktoren auf die Hierarchie funktioneller, psychischer und sozialer Parameter zu beschreiben [57, 58]. Zwischen Zufriedenheit und LQ bestehe eine zwar signifikante, aber nur moderate Korrelation [3].

### **2.6.3 Messung der Patientenzufriedenheit und der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität**

Es existieren drei unterschiedliche Instrumententypen, mit denen Zufriedenheit gemessen werden kann:

Messungen mittels einer einzigen globalen Frage sind ungebräuchlich, da mit ihnen nicht zwischen verschiedenen Aspekten der Zufriedenheit wie z.B. Prozess oder Ergebnis noch innerhalb dieser Kategorien verglichen werden kann. Alternativ werden Einzelfragen verwendet, mit denen einzelne Dimensionen getrennt erfasst werden können und die als Mikroinstrumente bezeichnet werden [100]. Diese eignen sich insbesondere zur Messung von Unterschieden zwischen therapeutischen Verfahren in klinischen Studien [57]. Um eine ausreichende Sensitivität zu erzielen und positive Verzerrungen zu vermeiden, ist es sinnvoll, Instrumente zu verwenden, die mehrere Einzelfragen zu einer Batterie kombinieren [105].

Durch die Bestimmung der Patientenzufriedenheit ist es möglich, zuverlässige patientenbezogene Ergebnisse in Populations- und Interventionsstudien zu

gewinnen. Die dabei gewonnenen Daten können andere klinische Parameter sinnvoll ergänzen.

Zufriedenheit als Ergebnisvariable erfasst jedoch im Gegensatz zur mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität nur jeweils einen der zu messenden Aspekte, so dass nicht der Einfluss auf das Wohlbefinden der gesamten Person beschrieben werden kann. Jedoch eignen sich Messungen der Zufriedenheit sehr gut als Ergebnisvariable für den Vergleich prothetischer Restaurationen [57].

Heydecke berichtet 2002 [58], dass seit Beginn der 90er-Jahre verschiedene Autoren Instrumente zur Messung des Mundgesundheitsstatus und der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität entwickelt haben. In aller Regel handele es sich um Fragebögen, die zweistellige Anzahlen von Fragen enthalten, welche in Kategorien oder Dimensionen gruppiert sind. Diese sollten in klinischen Studien etablierte psychometrische Qualitätskriterien erfüllen.

Die Entwicklung neuer Instrumente zur Messung patientenbasierter Ergebnisgrößen sollte auf einem Modell für die zu untersuchende Fragestellung basieren, um die Gesamtheit der Fragestellung umfassend abzudecken [40, 90]. „Schritte, um diese sogenannte Validität (Gültigkeit) des Inhaltes zu gewährleisten, können die Überprüfung des Fragebogens durch Experten oder eine Pilottestung sein. Diese Schritte sollen sicherstellen, dass ein Fragebogen misst, wozu er gedacht ist. Eine weitere wichtige Eigenschaft ist, dass einmal mit einem derartigen Fragebogen gewonnene Ergebnisse unter gleichen Bedingungen reproduzierbar sind; dies wird allgemein als Reliabilität (Zuverlässigkeit) bezeichnet [90, 114]“ [58].

Das international verbreitetste Instrument zur Erfassung der MLQ ist das Oral Health Impact Profile, das 1994 in Australien [110] entwickelt wurde. Neben der Originalversion gibt es eine französische und chinesische Sprachversion sowie auch eine deutsche Version, OHIP-G [68]. Das Oral Health Impact Profile-Germany ist ein Instrument zur Erfassung der MLQ bei Erwachsenen. Der Fragebogen ist im Hinblick auf seine Aussagekraft national und international sowohl in klinischen Studien als auch in Studien der Allgemeinbevölkerung wissenschaftlich gut untersucht worden [3, 6, 67, 71] und belegt eine gute Reliabilität und Validität.

Antwortmöglichkeiten zur Häufigkeit eingeschränkter Lebensqualität können vom Probanden auf einer Mehrstufenskala angegeben werden. Den Antworten werden mit sogenannten Likert-Skalen Punktwerte zwischen 1 und 5

zugeordnet, wobei höhere Punktzahlen einen stärkeren negativen Einfluss auf die Lebensqualität bedeuten.

Das Instrument bewertet items in 7 Subskalen, wie funktionelle Einschränkung, Schmerzen, psychisches Unbehagen, psychische Fähigkeitsstörung, physische Fähigkeitsstörung, soziale Fähigkeitsstörung, sowie Benachteiligung/Behinderung [110].

Eine Vielzahl weiterer, ebenfalls gut dokumentierter Fragebögen mit unterschiedlichen Zielsetzungen wurde beschrieben [111]. Ursprünglich für die Verwendung in der Geriatrie wurde das GOHAI-Instrument konzipiert [4].

Aktuell steht mit dem Oral Health Impact Profile ein validiertes Instrument zur Verfügung, das in klinischen Studien zur Messung der MLQ verwendet werden kann. Die Ergebnisse können dabei sowohl in Form eines Profils, das Veränderungen einzelner Dimensionen sichtbar macht, als auch mit einem Gesamtindex dargestellt werden. Erstere hat den Vorteil, dass eine differenzierte Aussage über die Art einer Veränderung möglich ist. Somit können Patient oder Behandler diese Ergebnisse für informierte Entscheidungen verwenden [58].

## **3 Material und Methode**

Die vorliegende Studie wurde als prospektive kontrollierte klinische Studie konzipiert. Alle in die Studie aufgenommenen Patienten wurden an einem gesonderten Termin schriftlich und mündlich über Inhalt, Sinn und Zweck der Studie aufgeklärt sowie über den zeitlichen Aufwand und mögliche Risiken informiert. Die Patienten erklärten ihr Einverständnis vor Beginn der Maßnahmen schriftlich. Ein positives Votum der Ethikkommission des Fachbereichs Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität vom 16.08.1999 lag vor.

### **3.1 Methodik der Herstellung des Zahnersatzes**

#### **3.1.1 Patientenrekrutierung**

Im Zeitraum von Juni 1999 bis Dezember 2001 wurden in der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Zentrums der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (Carolinum) der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main 29 Patienten, davon 12 weiblich (41%), und 17 männlich (59%), mit intraoral gefügten Konusprothesen auf vollkeramischen Primärkronen versorgt. Dabei erfolgte unter Beachtung der nachfolgend aufgeführten Ein- und Ausschlusskriterien eine zufällige Verteilung in zwei Gruppen: Als Testgruppe ein Patientenkollektiv, das metallfreie Prothesen mit Vectris<sup>®</sup>-Gerüst erhielt und als Kontrollgruppe Patienten, welche mit Galvano-Zahnersatz mit Metallgerüst versorgt wurden.

Folgende Einschlusskriterien und Ausschlusskriterien wurden festgelegt:

Voraussetzung für die Teilnahme an dieser klinischen Studie war es, dass bei den Patienten sowohl die chirurgische (Implantation) als auch die prothetische Therapie an unserer Klinik durchgeführt wurde bzw. werden konnte. Eingeschlossen wurden nur Patienten, bei denen eine Indikation für die Herstellung eines doppelkronenverankerten Zahnersatzes gegeben war und die

schriftlich ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie gaben. Das Mindestalter der Patienten lag bei 18, das Höchstalter bei 75 Jahren.

Die zu versorgenden Zähne bzw. Implantate mussten klinisch und röntgenologisch unauffällig sein, weiterhin war eine ansprechende (mind. durchschnittliche) Mundhygienesituation erforderlich bei geringer Kariesaktivität. Die zu versorgenden Zähne sollten parodontal gesund sein (BOP=0, Attachmentverlust < 5mm).

Des Weiteren waren Schwangere und Stillende von der Studie ausgeschlossen.

Insgesamt wurden 37 Prothesen, 27 mit Metall- und 10 mit Vectris<sup>®</sup>-Gerüst, auf 165 keramischen Primärkronen hergestellt und durch verschiedene Behandler inkorporiert, die sich streng an das Behandlungsprotokoll hielten. Jede Prothese wurde im Mittel auf  $4,5 \pm 1,6$  Primärkronen gestützt, minimal waren es eine, maximal 7 Primärkronen.

Die klinischen Nachuntersuchungen erfolgten durch 2 Behandler, die mit dem klinischen Prüfplan vertraut waren.

### **3.1.2 Planung und klinisches Vorgehen**

Die Anamnese und klinische Untersuchung der Patienten wurden an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik durchgeführt. Nach der Evaluation der prothetischen Wertigkeit der Restbezahnung wurde der Patient gegebenenfalls über erweiterte prothetische Therapiemöglichkeiten durch eine künstliche Pfeilervermehrung mit enossalen Implantaten aufgeklärt und beraten [121]. In den Fällen mit einer Pfeilervermehrung durch Implantate wurde die weitere prothetische Therapie nach der Einheilungsphase fortgesetzt.

Insgesamt wurden bei 16 Patienten 88 Implantate in der Poliklinik für Zahnärztliche Chirurgie und Implantologie inseriert. Die Indikation hierzu war eine symmetrische Abstützung und/oder eine Pfeilervermehrung und/oder die Verbesserung der Prognose der Restzähne.

Die Verteilung der Primärkronen auf Zähnen und auf Implantaten ist Tabelle 3.1 zu entnehmen:

	<b>Anzahl Primärkronen</b>	<b>%</b>
<b>Zähne</b>	77	46,7
<b>Implantate</b>	88	53,3

Tab. 3.1:  
Anzahl der Primärkronen auf Zähnen und Implantaten

Die Gruppeneinteilung der unterschiedlichen Werkstoffkombinationen von Primärkrone, Sekundärkrone und Gerüst sind folgender Tabelle zu entnehmen:

<b>Gruppe</b>	<b>Primärkrone</b>	<b>Sekundärkrone</b>	<b>Gerüst</b>	<b>Anzahl Prothesen</b>	<b>% (von 37 Prothesen)</b>
1Kontrollgruppe	Keramik	Feingold	CoCrMo	27	73
2Testgruppe	Keramik	Vectris	Vectris	10	27

Tab. 3.2:  
Gruppeneinteilung in Test- und Kontrollgruppe

### 3.1.3 Klinisches und labortechnisches Vorgehen

Das klinische und zahntechnische Vorgehen erfolgte nach einem von Weigl entwickelten Behandlungskonzept, das den Ablauf der prothetischen Therapieschritte definiert [121]. Die wesentlichen Unterschiede gegenüber dem konventionellen Vorgehen bestehen im intraoralen Einkleben der galvanogeformten Feingoldmatrizen bzw. Vectris<sup>®</sup>-Matrizen in das Prothesengerüst sowie einer Kieferrelationsbestimmung und Schleimhautabformung auf der Basis des spannungsfrei passenden Gerüsts [53 61, 122]. Das Behandlungskonzept ermöglicht eine Verkürzung der Behandlungszeit bis zu 75% und eine Verkürzung der zahntechnischen Fertigungszeit um bis zu 50% (von der Pfeileranzahl abhängig) [121]. Insgesamt wurden die Studienprothesen von sechs unterschiedlichen Behandlern eingegliedert.

### 1. Behandlungssitzung und labortechnisches Vorgehen:

Vor der ersten Sitzung gingen eine Befunderhebung und eine Planung mit Situationsmodellen, die mittels eines arbiträren Transferbogens in einen Artikulator montiert wurden, voraus.

Nach ggf. erfolgter Freilegung der Implantate wurden die Pfeilerzähne hohlkehlförmig und wenn möglich supra- bis äquigingival präpariert. Die Abformung der Pfeilerzähne erfolgte konventionell und gleichzeitig mit der Positionsregistrierung der Implantate. Nach der Abformung wurde eine provisorische Kieferrelationsbestimmung durchgeführt und ein Fräsmodell hergestellt, welches mittels des Registrates einartikuliert werden konnte.

Für die individuelle Dimensionierung der Matrizen aus Empress 2<sup>®</sup> lieferten ein diagnostisches Set-up, ein Wax-up, oder ein Silikon-Vorwall der Situationsmodelle wertvolle Informationen. Die Gesamteinschubrichtung wurde auf einem Modelltisch mit Konusuhr festgelegt, sie wurden dabei mit einem Konuswinkel von 4 Grad gefertigt. Die Oberflächenbearbeitung der Primärkronen aus Vollkeramik erfolgte in einem Fräsgerät (TKS 501 Fa. C. Hafner) unter Einsatz von wassergekühlten diamantierten Schleifkörpern mit geringer Korngröße ( $< 4 \mu\text{m}$ ), wodurch extrem glatte Oberflächen entstehen.

Nach Aufsprühen einer gleichmäßigen dünnen Schicht (3-5  $\mu\text{m}$ ) von Silberleitlack auf die Matrizen wurden die Feingold-Matrizen durch ein vollautomatisches galvanisches Abscheideverfahren mit einer Materialwandstärke von 150 bis 200  $\mu\text{m}$  direkt auf die Oberfläche der Konuskronen aufgalvanisiert. Nach Abschluss der Galvanisierung wurde die Matrize lediglich bis zur Funktionsgrenze gekürzt, ein diffiziles Einstellen der Haftkraft entfällt.

Zur Herstellung der Vectris<sup>®</sup>-Matrize wird das in Fertigteilen verfügbare Vectris<sup>®</sup>-Material über die keramische Primärkrone in einem speziellen Vacuum-Druck-Tiefziehverfahren geformt und lichtgehärtet. Dieser Prozess erfolgt automatisch und kontrolliert im Vectris VS1 Gerüstformer (Fa. Ivoclar). Nach Beendigung des Tiefziehverfahrens wird auch hier die Matrize bis zur Funktionsgrenze gekürzt.

Für die Herstellung der Tertiärstruktur im Einstückguss-Verfahren wurde durch wiederholtes Auftragen von Distanzlack auf der Außenfläche der Galvanokappen eine Schicht von ca. 100 – 150 µm erzeugt. Dadurch entsteht ein Spalt gleicher Dimension zwischen Feingold-Matrize und Tertiärstruktur, der einen lockeren, spannungsfreien Sitz des Gerüsts erzielt und das Komposit für die intraorale Verklebung der Matrizen mit dem Tertiärgerüst aufnimmt.

Für die Fertigung des Vectris<sup>®</sup>-Tertiärgerüsts wird zunächst das Arbeitsmodell mit den Primärkronen und den Vectris<sup>®</sup>-Matrizen dubliert. Zum Erhalt des Spaltes für die Aufnahme des Komposits wird über die Stümpfe Wachs modelliert als Platzhalter. Danach kann mit Vectris<sup>®</sup>-Material das Gerüst modelliert und mit Licht gehärtet werden.

## 2. Behandlungssitzung:

Es folgte die Einprobe aller Komponenten.

Die Abbildungen 3.1-3.2 zeigen das CoCrMo-Tertiärgerüst mit den Galvano-Sekundärstrukturen und den keramischen Primärkronen auf dem Modell, sowie die Einprobe der Patrizen:



Abb. 3.1:  
CoCrMo-Tertiärgerüst mit Galvano-Sekundärstrukturen und keramischen Primärkronen auf dem Modell



Abb. 3.2:  
Einprobe der Primärkronen aus IPS Empress 2®

Die Abbildungen 3.3-3.4 zeigen die Einprobe des Vectris®-Gerüsts sowie die dazugehörigen keramischen Primärkronen:

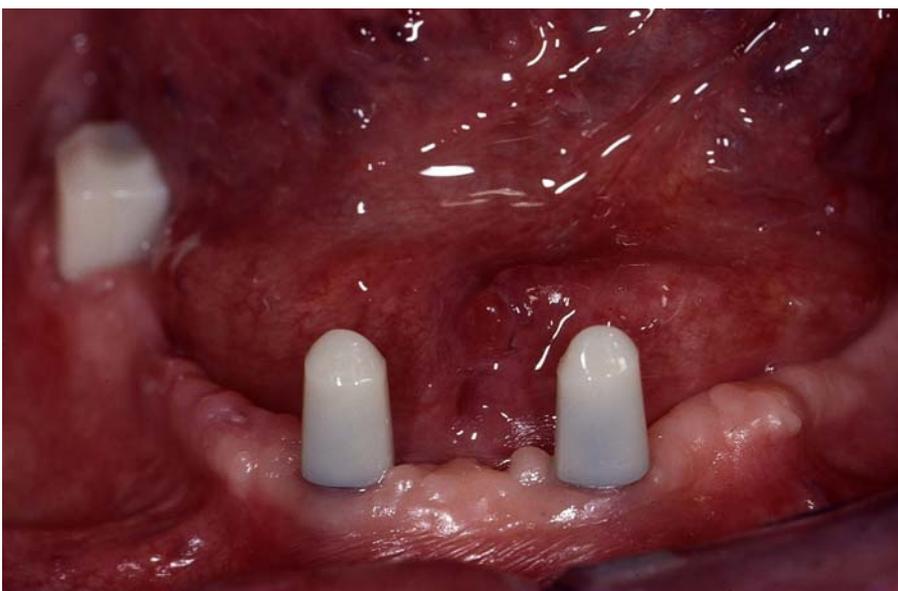


Abb. 3.3:  
Einprobe der Primärkronen aus IPS Empress 2®



Abb. 3.4:  
Einprobe des Vectris®-Gerüsts

Wenn diese erfolgreich abgeschlossen war, konnten die Abutments nach Herstellerangaben definitiv montiert werden. Anschließend wurden die Patrizen definitiv auf den Pfeilerzähnen befestigt, dies kann über eine konventionelle oder adhäsive Zementierung vorgenommen werden. Die Matrize aus Feingold blieb während des Zementierungsvorgangs auf der Konuskronen platziert.

Eine weitere, zweite Einprobe des Tertiärgerüsts stellte sicher, ob kleine befestigungsbedingte Positionsveränderungen der Patrizen durch ein Ausschleifen des Gerüsts korrigiert werden müssen für einen absolut spannungsfreien Sitz des Gerüsts.

Die Klebeflächen des metallischen Tertiärgerüsts, ebenso wie die Außenflächen der Matrizen, wurden nach vorheriger Silikatisierung (Rocatec®) und Silanisierung mit einem autopolymerisierenden Komposit-Kleber (Nimetic Cem®, 3M Espe) beschichtet. Derselbe Kunststoff kam ebenfalls bei der Verklebung des Vectris®-Gerüsts zur Anwendung. Die Innenflächen des Gerüsts sowie die Matrizen wurden ebenfalls zuvor silanisiert.

Das Prothesengerüst wurde wie eine zu zementierende Brücke auf die Pfeiler gesetzt. Während der Abbindephase erzeugte der Behandler eine gleichmäßige axiale Kraft in der Region der Pfeiler für eine sichere Fixierung des Tertiärgerüsts.

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die intraorale Situation kurz vor dem Verkleben sowie anschließend das CoCrMo-Tertiärgerüst mit den verklebten Galvano-Sekundärkronen:



Abb. 3.5:  
Primärkronen und Galvano-Mesostrukturen in situ, Zustand kurz vor der intraoralen Verklebung



Abb. 3.6:  
Verklebte Galvano-Sekundärteile im Tertiärgerüst, Ansicht von basal

Die Wachsprobe konnte bereits an diesem Termin erfolgen über eine Wachsmodellation mit Frontzähnen, die am Gerüst aufgesteckt werden kann.

Für die definitive Kieferrelationsbestimmung diente das völlig immobile, passiv sitzende Gerüst. Dieses Vorgehen erzielte eine exaktere Übertragung der registrierten Kieferrelation auf dem zu fertigenden Zahnersatz als mit schleimhautgetragenen Registrierbehelfen. Die vertikale Dimension wurde bei der Registrierung mittels eines frontalen Plateaus festgelegt. Ein auf das Gerüst aufgetragenes Autopolymerisat verschlüsselte die Kieferrelation. Nach der Aushärtung wurden die Impressionen der antagonistischen Höcker auf ca. 0,1 mm zurückgenommen, um die verschlüsselte Kieferrelation führungsfrei überprüfen zu können.

Dieses Vorgehen erzielte eine exakte Übertragung der registrierten Kieferrelation auf den zu fertigenden Zahnersatz. Okklusale Inkongruenzen traten beim Einsetzen daher selten auf. Eine Überprüfung des Gegenkiefermodells schloss die definitive Kieferrelationsbestimmung ab.

Für die Schleimhautabformung wurde das Gerüst als Träger für das Abformmaterial benutzt. Die Schalt- und Freiendsättel wurden bei eingesetztem Prothesengerüst mit einem Polyether unterspritzt, und ein mit dem gleichen Abformmaterial gefüllter Einweg-Kunststoff-Löffel oder individueller Löffel über das Gerüst platziert, der nach der Herstellung des Meistermodells zerstört wurde. Dadurch wurde ein schonendes Herauslösen des Gerüsts ermöglicht, ohne das starre Registriermaterial der Kieferrelationsbestimmung abzulösen.

Die bestehende oder neu angefertigte provisorische Versorgung konnte an den Stellen der Patrizen ausgeschliffen und dort mit Autopolymerisat oder mit einem weichbleibenden Unterfütterungsmaterial unterfüttert werden. Während der Aushärtung des Autopolymerisats fixierte der Patient das Provisorium mit dem Gegenkiefer in maximaler Interkuspitation. Die gemeinsame Einschubrichtung der Primärkonusse gewährleistete ein leichtes Wiederherausnehmen des Provisoriums.

### 3. Behandlungssitzung:

Das Einsetzen der fertiggestellten Suprastruktur nahm kaum Zeit in Anspruch, da aufgrund der vorangegangenen definitiven Befestigung der konischen Patrizen und der intraoralen Gerüstfügung die Suprastruktur immer optimal passte und jegliche Einstellung der Friktion entfiel. Bei korrekter Kieferrelationsbestimmung ist keine oder nur geringe okklusale Adjustierung nötig, weil das passiv sitzende Prothesengerüst als Basis zur Registrierung genutzt wurde. Lediglich eine Prothesenhygiene-Unterweisung und evtl. Übungen zur Handhabung schlossen diese Sitzung ab. Die folgenden Abbildungen zeigen die fertiggestellten Prothesen bei jeweils intraoraler und basaler Ansicht:



Abb. 3.7:  
Fertiggestellte Galvano-Prothese in situ



Abb. 3.8:  
Fertiggestellte Galvano-Prothese, Detailaufnahme der Galvano-Matrize 33



Abb. 3.9:  
Fertiggestellte Vectris®-Prothese in situ



Abb. 3.10:  
Fertiggestellte Vectris®-Prothese, Ansicht von basal

## 3.2 Methodik der Nachuntersuchung

### 3.2.1 Protokoll

Im Rahmen jeder Prothesenherstellung wurden begleitend die klinischen sowie die zahntechnischen Prozessschritte ausführlich auf Erhebungsbögen dokumentiert.

Die Patienten wurden nach Eingliederung ihrer prothetischen Versorgung und dem sich anschließenden Kontrolltermin in ein Recall-System aufgenommen. Nach jeweils 6 Monaten wurden die Patienten zur Nachuntersuchung ihrer prothetischen Versorgung einbestellt.

Im Zuge der Nachuntersuchung kamen folgende Methoden zur Beurteilung des Untersuchungsgegenstandes zur Anwendung:

- klinische Funktionsprüfung
- falls notwendig Röntgenaufnahmen
- Fotodokumentation
- Abformungen
- Dokumentation von notwendigen Reparaturen, mit anschließender Durchführung der Instandhaltungsmaßnahmen
- Beurteilung durch die Patienten mittels Fragebogen.

Die klinischen Kontrollen wurden von zwei Untersuchern durchgeführt. Die Kalibrierung erfolgte durch die gemeinsame Kontrolle von vier Patienten. Zur detaillierten Dokumentation dienten standardisierte Erhebungsbögen (siehe Anhang).

### **3.2.2 Definition der Parameter und der Untersuchungszeitpunkte**

Die Nachuntersuchungen wurden in halbjährlichen Abständen angesetzt.

Folgende Parameter wurden initial und alle 6 Monate erhoben/untersucht:

1. Pfeilersensibilität
2. Primärkronen-Plaque-Index
3. Sekundärkronen-Plaque-Index
4. Prothesen-Plaque-Index
5. Sulkusfluid-Fließrate
6. Subjektiver Lockerungsgrad
7. Periotestwert
8. Okklusion
9. Prothesenkinetik
10. Notwendigkeit einer Unterfütterung.

Die nähere Beschreibung der Parameter 1-10 sowie deren ausführliche Ergebnisse werden im Rahmen einer weiteren Dissertation genauer erörtert.

Alle 12 Monate wurden zusätzlich durchgeführt/ ausgefüllt:

- Fotodokumentation
- Abformung (Alginat)
- Fragebogen.

Eine wesentliche Fragestellung, die anhand der zu erhebenden Daten geklärt werden sollten, war, inwieweit sich die Gruppen hinsichtlich der Häufigkeit, der Art und des Zeitpunkts von Reparaturmaßnahmen sowie eines möglichen Versagens der Sekundärstruktur voneinander unterscheiden.

Reparatur- sowie Instandhaltungsmaßnahmen wurden, sobald Beschädigungen festgestellt wurden bzw. der Patient diese reklamierte, durchgeführt und im Nachuntersuchungsbogen dokumentiert, ebenso wie Nachsorgemaßnahmen. Umfangreichere Beschädigungen, insbesondere wenn sie an Primär- oder Sekundärkronen auftraten, wurden zusätzlich fotografisch dokumentiert.

Zu diesen besonderen Vorkommnissen zählten:

- Frakturen (Gerüst, Primärkronen,...)
- Abutmentlockerungen
- Sprungreparaturen
- Wiedereinsetzen von Primärkronen oder Ersatzzähnen
- Remontagen
- Druckstellenentfernungen
- Mundhygieneunterweisung/ Maßnahmen zur Verbesserung der Mundhygiene
- Verblendreparaturen
- Erweiterungen.

Für die spätere statistische Auswertung wurden sämtliche Veränderungen an den nachuntersuchten Prothesen als Ereignisse bezeichnet, unabhängig davon, ob diese Veränderung Korrektur/Reparaturmaßnahmen nach sich zogen oder nicht (z.B. Verlust von Ersatzzähnen, Abplatzungen an Verblendungen oder am Prothesenrand usw).

Unter dem Überbegriff „Reparatur“ wurden sämtliche Maßnahmen zusammengefasst, für die die Prothesen in ein zahntechnisches Labor zur Instandsetzung infolge einer Beschädigung gegeben werden mussten wie z.B. Verblendreparaturen oder Wiederbefestigen eines Prothesenzahnes. Nicht inbegriffen waren Korrekturen, die unmittelbar am Behandlungsstuhl erfolgen konnten, wie z.B. das Entlasten von Druckstellen oder kleine Okklusionskorrekturen. Ein solches Vorgehen wurde unter dem Oberbegriff „Nachsorgemaßnahme“ zusammengefasst.

Als Misserfolg wurde eine Prothese eingestuft, wenn diese nicht weiter getragen werden konnte, beispielsweise aufgrund massiver Beschädigungen, Verlust der abstützenden Pfeiler oder der Retention, so dass eine Neuanfertigung durchgeführt werden musste.

Weiterhin wurden sämtliche Veränderungen und Beschädigungen an den Primärkronen festgehalten und detailliert analysiert. Insbesondere wurde untersucht, ob Parameter wie Pfeilertyp, Pfeileranzahl, Vitalität und Topographie der prothetischen Pfeiler sowie die Art der Gegenbezahnung (festsitzend, herausnehmbar, Totalprothese) eine Rolle hinsichtlich der Häufigkeit von Ereignissen an der Primärkrone spielten.

Bei der Verteilung der Prothesenpfeiler wurde zwischen einer darüber aufspannbaren Fläche und einer mehr linearen oder punktuellen Anordnung differenziert.

### 3.2.3 Fragebogen

Zur Evaluation der Zufriedenheit der Patienten, erhielten diese jeweils vor Anfertigung ihrer prothetischen Versorgung einen Fragebogen (siehe Anhang) sowie direkt nach Eingliederung und an den jeweiligen jährlichen Recall-Terminen. Diese wurden von ihnen eigenständig ausgefüllt und vom Untersucher gegengezeichnet. Erfragt wurden die allgemeine Zufrieden- und Unzufriedenheit, der Prothesenhalt, eventuelle Haftkraftveränderungen, allgemeine und spezielle Beschwerden, die Handhabung, Kaugewohnheiten und die Ästhetik des Zahnersatzes.

## 3.3 Statistische Methoden

Alle Auswertungen wurden mit dem Programmpaket STATISTICA der Firma StatSoft, Inc., Tulsa, USA durchgeführt (StatSoft, Inc.: STATISTICA für Windows [Computer-Programm-Handbuch, Version 7.1]. Eigenverlag: Tulsa, OK, USA, 2005).

Bei den ermittelten stetigen, quantitativen Daten wurde aus den erhobenen Messwerten der Mittelwert gebildet, bei den diskreten qualitativ-ordinalen Daten wurde der Medianwert bestimmt.

Je nach Art und Besonderheit der zu untersuchenden Daten kamen unterschiedliche statistische Testverfahren zum Einsatz. Der Mann-Whitney-U-Test wurde als nicht-parametrischer Homogenitätstest für zwei unverbundene Stichproben verwendet und diente dem Vergleich bei Vorliegen von wenigstens ordinalskalierten Merkmalen.

Weiterhin kam der Pearson-Chi-Quadrat-Test zur Anwendung, wenn Häufigkeitsunterschiede bezüglich der Ausprägung eines oder mehrerer Merkmale bei geeignetem Stichprobenumfang analysiert werden sollten.

Bei kleineren Stichprobenumfängen wurde der exakte Fisher-Test angewendet, ein Signifikanztest auf Unabhängigkeit in der Kontingenztafel, welcher auch bei einer geringen Anzahl von Beobachtungen zuverlässige Resultate liefert und der in seinem Anwendungsgebiet dem Pearson-Chi-Quadrat-Test entspricht.

Überlebenszeitanalysen wurden mittels der Kaplan-Meier-Methode und dem Log-Rank-Test durchgeführt, der sich zum Vergleich von Überlebenszeiten eignet und auch zensierte Daten zulässt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Basisdaten des Patientenkollektivs sowie Vergleich der Ausgangssituation

In die Studie eingeschlossen wurden insgesamt 29 Patienten (12 weiblich (41%), 17 männlich (59%)), bei denen insgesamt 37 Prothesen angefertigt und nachuntersucht wurden. Die Patienten waren zu Beginn der Untersuchung im Mittel  $60 \pm 8,4$  Jahre alt. Die Dauer der klinischen Nachuntersuchungsphase betrug im Mittelwert  $59 \pm 22$  Monate (minimal 16, maximal 96 Monate), Befragungen hinsichtlich der Patientenzufriedenheit wurden über  $46 \pm 18$  Monate durchgeführt (min. 15, max. 66 Monate). Die Gruppe des Zahnersatzes mit Metallgerüst und Galvano-Goldkronen bestand aus 27 Prothesen (73%), bei 10 Prothesen (27%) kam das Targis<sup>®</sup>/Vectris<sup>®</sup>-System zur Anwendung.

In insgesamt acht Fällen kam es zu einem Misserfolg der prothetischen Versorgung, infolge dessen die betreffenden Patienten aus der Studie ausschieden, da der Zahnersatz erneuert werden musste. Drei Patienten verstarben während der klinischen Nachuntersuchungsphase, so dass in diesen Fällen ebenfalls die Untersuchung nicht vollständig abgeschlossen werden konnte. Aus diesem Grund betrug der Nachbeobachtungszeitraum dieser drei Prothesen nur 16, 24, bzw. 31 Monate.

Jede der Prothesen war im Mittel auf  $4,5 \pm 1,6$  keramischen Primärkronen abgestützt, minimal waren es eine, maximal 7 Primärkronen. Insgesamt wurden 165 Pfeiler im Ober- und Unterkiefer in die Studie integriert.

Bei dem nachuntersuchten Zahnersatz handelte es sich in 17 Fällen (46%) um Oberkiefer-, in 20 Fällen (54%) um Unterkieferprothesen. Die Pfeiler waren in den überwiegenden Fällen (25 von 37, d.h. 68%) in Form eines flächigen Unterstützungspolygons angeordnet, in 12 Fällen (32%) fand sich eine lineare oder punktförmige Abstützung.

Hinsichtlich der Versorgung des Gegenkiefers fand sich 23 mal (62%) eine herausnehmbare Lösung, siebenmal (19%) ein totaler und ebenfalls siebenmal (19%) ein festsitzender Ersatz.

Der Vergleich der beiden Studiengruppen ergab keine relevanten Unterschiede hinsichtlich bedeutender Parameter vor bzw. zu Beginn der Behandlung.

So unterschied sich das Patientenalter in den Gruppen nur geringfügig ( $59,4 \pm 8,1$  Jahre vs.  $61,7 \pm 9,3$  Jahre) und nicht statistisch signifikant (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,47$ ). Demgegenüber war die durchschnittliche Anzahl der Primärkronen in der Metall-Gruppe mit  $4,7 \pm 1,6$  deutlich höher als in der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe ( $3,7 \pm 1,5$ ). Die Stichprobengröße reichte für den Nachweis der statistischen Signifikanz dieses Unterschiedes jedoch ebenfalls nicht aus (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,078$ ).

Der Anteil der männlichen Patienten lag in der Metall-Gruppe bei 51,9% (14 von 27), in der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe bei 70,0% (21 von 37). Dieser Unterschied war jedoch ebenfalls nicht statistisch signifikant. (exakter Fisher-Test,  $p = 0,46$ ).

Die beiden folgenden Tabellen zeigen, dass auch bezogen auf die Pfeilerverteilung in den Gruppen und die Lokalisation der Prothesen im Ober- oder Unterkiefer die Gruppen keine statistisch signifikanten Unterschiede aufwiesen.

	Pfeilerverteilung		Gesamt
	nicht flächig	flächig	
<b>Metall</b>	9	18	27
<b>Anteil (%)</b>	33,33%	66,67%	
<b>Vectris</b>	3	7	10
<b>Anteil (%)</b>	30,00%	70,00%	
<b>Ges.</b>	12	25	37
<b>Fisher exakt, zweiseitig</b>			$p=1,0000$

Tab. 4.1:  
Pfeilerverteilung in beiden Gruppen

	<b>Lokalisation der Studienprothese</b>		<b>Gesamt</b>
	<b>OK</b>	<b>UK</b>	
<b>Metall</b>	15	12	27
<b>Anteil (%)</b>	55,56%	44,44%	
<b>Vectris</b>	2	8	10
<b>Anteil (%)</b>	20,00%	80,00%	
<b>Ges.</b>	17	20	37
<b>Fisher exakt, zweiseitig</b>			p= 0,07262

Tab. 4.2:  
Lokalisation der Prothesen im Ober- und Unterkiefer

Auch bezogen auf die Versorgungsart des Gegenkiefers (festsitzend, herausnehmbar, totalprothetisch) unterschieden sich die Studiengruppen nicht signifikant; in der Metallgruppe war in 19 Fällen (70,37%) der Gegenkiefer herausnehmbar, in 3 Fällen (11,11%) mit einer Totalprothese und in 5 Fällen (18,52) festsitzend versorgt, in der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe fand sich vier mal (40%) ein totalprothetisch versorgter Gegenkiefer, ebenfalls vier mal (40%) eine herausnehmbare und 2 mal (20%) eine festsitzende Versorgung (Pearson Chi-Quadr.  $p > 0,11$ ).

## 4.2 Ergebnisse bezogen auf die eingegliederten Prothesen

### 4.2.1 Ereignisse, Reparaturmaßnahmen, Misserfolge

#### 4.2.1.1 Ereignisse, Reparaturmaßnahmen und Misserfolge bezogen auf das Gesamtkollektiv aller Prothesen

Bei den nachuntersuchten Prothesen kam es im Mittelwert zu  $3,6 \pm 3,1$  Ereignissen und Veränderungen am Zahnersatz, die zu  $3,2 \pm 2,9$  Reparaturmaßnahmen an jeder Prothese führten. Im Mittel wurden pro Jahr und Prothese  $0,6 \pm 0,5$  Reparaturen durchgeführt.

Nur bei drei der 37 Prothesen (8%) konnte kein Ereignis/keine Veränderung festgestellt werden, unrepariert blieben vier Prothesen (11%).

Eine Übersicht über die Häufigkeit der Reparaturmaßnahmen bietet die folgende Tabelle:

Maßnahme	Prozentualer Anteil an allen Prothesen
Verblendreparatur	37,8%
Unterfütterung	37,8%
Remontage	32,4%
Wiederbefestigung Prothesenzahn	24,3%

Tab. 4.3:  
Häufigkeit von Reparaturmaßnahmen

Besonders von Interesse war das klinische Langzeitverhalten der Sekundärkronen. Beschädigungen in diesem Bereich ließen sich an 12 Sekundärkronen (7,3%) feststellen, eine Neuanfertigung dieser Struktur wurde 7 mal (4,2%) erforderlich.

Nachsorgemaßnahmen wie z.B. Druckstellenentlastung oder Korrekturen der Okklusion wurden im Mittel über den gesamten Untersuchungszeitraum  $2 \pm 1,6$  pro Prothese notwendig. An sieben der 37 Prothesen (19%) konnten solche Maßnahmen jedoch vollständig unterbleiben.

Bei insgesamt 8 Prothesen (22%) kam es zu Misserfolgen, welche in drei Fällen durch Pfeilerverlust(e), bei ebenfalls drei Prothesen durch Verlust der Retention und bei zwei Prothesen durch einen Gerüstbruch verursacht wurden.

Detaillierte Informationen finden sich in der folgenden Tabelle:

<b>Einstufung des Zahnersatzes insgesamt</b>	<b>Häufigkeit insgesamt</b>	<b>Anteil an allen Prothesen in Prozent</b>	<b>Anteil an allen Misserfolgen in Prozent</b>
<b>Erfolg</b>	29	78%	
<b>Misserfolg gesamt</b>	8	22%	
<b>Misserfolg infolge Pfeilerverlusts</b>	3	8%	37,5%
<b>Misserfolg infolge Retentionsverlusts</b>	3	8%	37,5%
<b>Misserfolg infolge Gerüstbruchs</b>	2	5%	25%

Tab. 4.4:  
Häufigkeit der Misserfolge insgesamt

Die folgende Abbildung zeigt den Verlauf des Anteils nicht reparierter Prothesen mit der Zeit seit Eingliederung des Zahnersatzes.

In der graphischen Darstellung lässt sich erkennen, dass nach zwei Jahren bereits mehr als 50% der Prothesen repariert werden mussten.

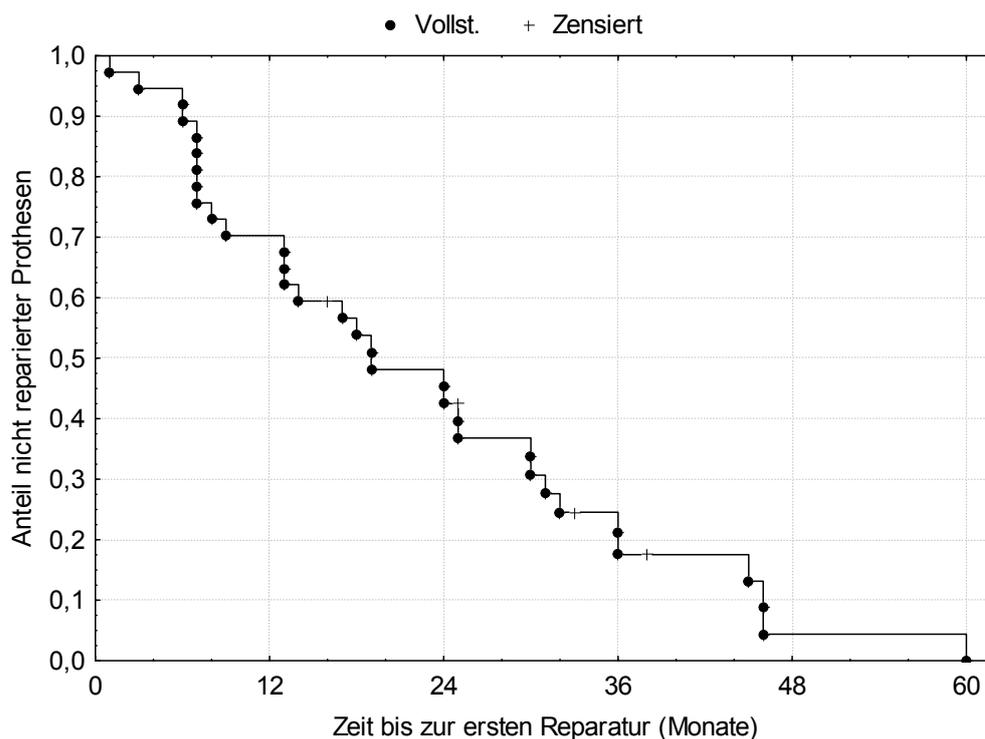


Abb. 4.1:  
Verlauf des Anteils nicht reparierter Prothesen mit der Zeit seit Eingliederung

#### 4.2.1.2 Ereignisse, Reparaturmaßnahmen und Misserfolge getrennt nach den beiden Studiengruppen

Für die Anzahl der im Untersuchungszeitraum reparierten Prothesen fanden sich sowohl bei der Metall-, als auch bei der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe relativ hohe Werte, insgesamt mussten 24 von 27 Prothesen (88,9%) der ersten und 9 von 10 (90%) der zweiten Gruppe repariert werden. Diese Werte unterschieden sich nicht signifikant (Mann-Whitney U-Test,  $p = 0,47$ ).

Die mittlere Anzahl der Reparaturen war bei der Metall-Gruppe mit  $3,6 \pm 3,2$  höher als bei der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe mit  $2,2 \pm 2,0$ .

Der Zeitpunkt der ersten Reparatur lag mit durchschnittlich 22,2 Monaten bei der Metall-Gruppe später als bei der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe (16,8 Monate). An den Prothesen der Metallgruppe wurden durchschnittlich 0,66 Reparaturen pro Jahr durchgeführt, für die Vectris<sup>®</sup>-Gruppe lag dieser Wert bei 0,59. Eine statistische Signifikanz konnte jedoch für keinen dieser Unterschiede ermittelt werden (Mann-Whitney U-Test; Summe der Reparaturen:  $p = 0,121$ , Zeitpunkt erste Reparatur:  $p = 0,486$ , Reparaturen pro Jahr:  $p = 0,468$ ).

Weiterhin wurde die Häufigkeit einzelner Reparatur- bzw. Korrekturmaßnahmen an den Prothesen in Abhängigkeit vom Material der Sekundärkrone überprüft. Dabei zeigten sich zwischen Metall- und Vectris<sup>®</sup>-Sekundärkronen für das Wiederbefestigen von Prothesenzähnen, das Wiederbefestigen von Primärkronen, Unterfütterungsmaßnahmen, Remontagen, und Okklusionskorrekturen keine signifikanten Unterschiede. (exakter Fisher-Test; Wiederbefestigen von Prothesenzähnen:  $p = 0,679$ , Wiederbefestigen von Primärkronen:  $p = 1$ , Unterfütterungsmaßnahmen:  $p = 0,686$ , Remontage:  $p = 0,445$ , Okklusionskorrekturen  $p = 1$ )

Verblendreparaturen mussten bei 48,15% der Prothesen mit Galvano-Sekundärkrone durchgeführt werden, wohingegen in der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe nur bei 10% der Prothesen eine solche Reparatur erfolgte, allerdings war dieser Unterschied statistisch ebenfalls nicht signifikant und kann nur als eine Tendenz gewertet werden, dass möglicherweise bei den Galvanoprothesen Verblendungen eher versagen (exakter Fisher-Test,  $p = 0,05589$ ).

Abbildung 4.2 zeigt ein Beispiel einer zervikalen Verblendabplatzung an einer Galvano-Sekundärkrone:



Abb. 4.2:  
Zervikale Verblendabplatzung an einer Galvano-Sekundärstruktur

Im Rahmen der Studie kam es nur zur Beschädigung von drei Galvano-Sekundärkronen, während sich bei insgesamt neun Vectris®-Sekundärstrukturen Schäden feststellen ließen. Diese Schäden fanden sich in den Sekundärstrukturen von zwei Metall- und vier Vectris®-Prothesen.

Bei den Schäden an den Galvano-Sekundärkronen handelte es sich um Verformungen der Feingoldmatrize, die vermutlich durch eine ungünstige Patientenhandhabung bzw. Fehlbelastung verursacht wurden. Jedoch musste nur eine der drei Sekundärkronen erneuert werden.

An den Vectris®-Matrizen ließen sich in 5 Fällen Schäden durch Verschleißerscheinungen/Abnutzungen feststellen, dreimal kam es zu Abplatzungen oder Frakturen des Materials, einmal wurde ein Haarriß festgestellt. Erneuerungsbedarf entstand jedoch nur an sechs der beschädigten Strukturen.

Bezogen auf die Studienprothesen ließ sich daher ein signifikant höheres Risiko der Beschädigung der Sekundärstrukturen bei Vectris®-Prothesen verglichen mit der Kontrollgruppe feststellen.

Detaillierte Informationen finden sich in der folgenden Tabelle:

	<b>Beschädigung Sekundärkrone</b>	<b>Beschädigung Sekundärkrone</b>	<b>Ges.</b>
	<b>Nein</b>	<b>ja</b>	
<b>Metall</b>	25	2	27
<b>Anteil (%)</b>	92,6%	7,4%	
<b>Vectris</b>	6	4	10
<b>Anteil (%)</b>	60%	40%	
<b>Ges.</b>	32	5	37
<b>Fisher exakt, zweiseitig</b>			p = 0,0347

Tab. 4.5:  
Beschädigungen an Sekundärkronen auf Prothesen bezogen

Bezieht man die Anzahl beschädigter Sekundärkronen in einer weiteren Berechnung auf die Gesamtzahl aller Sekundärkronen, nicht auf die Zahl der Prothesen, ergibt sich ein noch deutlicheres Bild. Verglichen mit Galvano-Sekundärkronen weisen Vectris®-Sekundärkronen ein hochsignifikant größeres Risiko einer Beschädigung auf. Details lassen sich an der folgenden Tabelle ablesen.

	<b>Beschädigung Sekundärkrone</b>	<b>Beschädigung Sekundärkrone</b>	<b>Ges.</b>
	<b>Nein</b>	<b>ja</b>	
<b>Metall</b>	125	3	128
<b>Anteil (%)</b>	97,7%	2,3%	
<b>Vectris</b>	28	9	37
<b>Anteil (%)</b>	75,7%	24,3%	
<b>Ges.</b>	153	12	165
<b>Fisher exakt, zweiseitig</b>			p = 0,00008

Tab. 4.6:  
Beschädigungen an Sekundärkronen auf Gesamtzahl der Sekundärkronen bezogen

In Abbildung 4.3 ist eine beschädigte Vectris<sup>®</sup>-Matrize fotografisch dokumentiert:



Abb. 4.3:  
Beschädigte Vectris<sup>®</sup>-Matrize 14, Ansicht von basal

In der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe konnte weiterhin noch ein Gerüstbruch festgestellt werden (Abb. 4.4-4.5):



Abb. 4.4:  
Frakturiertes Vectris<sup>®</sup>-Gerüst, Ansicht von basal



Abb. 4.5:  
Frakturiertes Vectris®-Gerüst, Ansicht von frontal

Dieser Gerüstbruch mündete jedoch nicht in einen Misserfolg, da die betreffende Prothese instand gesetzt werden konnte (Abb. 4.4-4.5).

Dabei handelte es sich um eine auf drei Pfeilern (2 Implantate und 1 natürlicher Zahn) abgestützte Prothese, der entsprechende Gegenkiefer war mit einer Totalprothese versorgt.

Die bei der Metall-Gruppe in zwei Fällen aufgetretenen Brüche der Gerüststruktur jedoch führten zu einer völligen Neuherstellung des Zahnersatzes (s.u.). Einer der Brüche fand sich bei einer auf 5 Implantaten und einem Zahn retinierten Prothese, bei dem anderen Fall handelte es sich um einen auf vier Implantaten abgestützten Ersatz. Der Gegenkiefer war in beiden Fällen herausnehmbar versorgt.

Ein Vergleich der beiden Gruppen Metall und Vectris® in Bezug auf die Überlebenszeit der Prothesen bis zur ersten Reparatur ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

Mit zunehmender Zeitdauer (ab etwa 15 Monaten) zeigen die Prothesen mit Metall-Sekundärkronen Vorteile im Hinblick auf die Reparaturanfälligkeit. Ab diesem Zeitpunkt verläuft die Überlebenszeitkurve über der der Vectris®-Sekundärkronen. Allerdings konnte der Unterschied nicht als statistisch signifikant klassifiziert werden (Log-Rang-Test,  $p=0,30$ ).

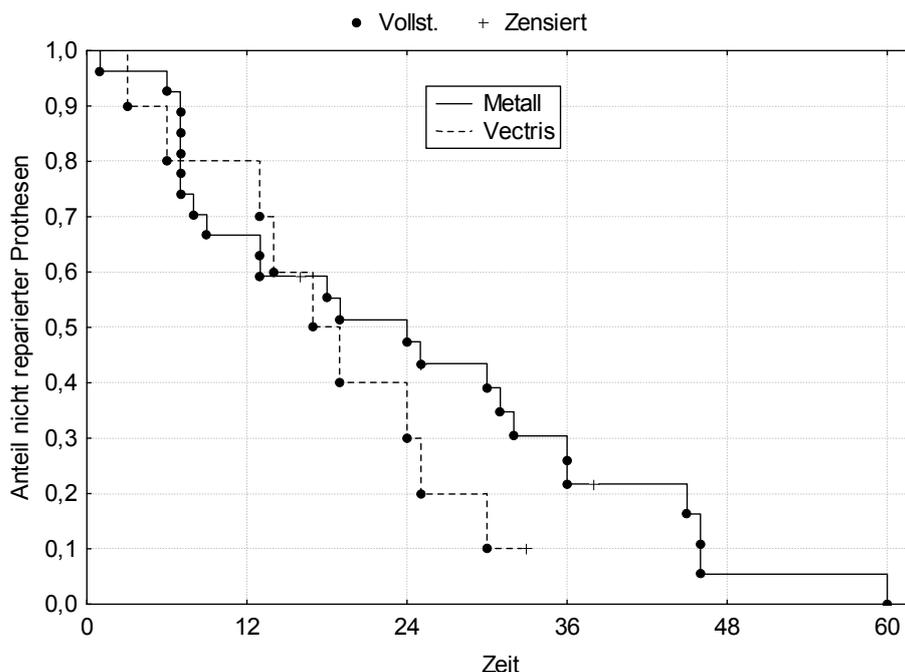


Abb. 4.6: Vergleich der beiden Gruppen: Verlauf des Anteils nicht reparierter Prothesen mit der Zeit seit Eingliederung

Als Misserfolg mussten 4 der 27 Galvano-Prothesen (14,8%) gewertet werden, in der Gruppe des Vectris<sup>®</sup>-Zahnersatzes versagten 4 von 10 Prothesen (40%) vor Ende des Nachuntersuchungszeitraums. Diese Werte unterschieden sich nicht statistisch signifikant (exakter Fisher-Test,  $p = 0,16$ ). Weitere Angaben finden sich in der folgenden Tabelle:

Einstufung des Galvano-Metall-Zahnersatzes insgesamt	Häufigkeit insgesamt	Anteil an Prothesen in Prozent	Anteil an Misserfolgen in Prozent
Erfolg	23	85,2%	
Misserfolg gesamt	4	14,8%	
Misserfolg infolge Pfeilverlusts	2	7,4%	50%
Misserfolg infolge Retentionsverlusts	0	0	0%
Misserfolg infolge Gerüstbruchs	2	7,4%	50%

Tab. 4.7: Misserfolge in der Galvano-Gruppe

Bei einer der beiden infolge Pfeilverlusts als Misserfolg gewerteten Prothesen handelte es sich um eine ursprünglich auf 4 Implantaten und 3 natürlichen Pfeilern abgestützten Oberkiefer-Prothese, der Gegenkiefer war feststehend versorgt. Jedoch mussten alle Implantate aufgrund von Periimplantitis und 2 Zähne infolge von Frakturen entfernt werden.

Ebenfalls im Oberkiefer lokalisiert war die zweite Prothese der Galvano-Gruppe, bei der es zu einem Misserfolg infolge Pfeilverlusts kam. In diesem Fall handelte es sich um einen nur auf einem Molaren abgestützten Ersatz sowie einem herausnehmbar versorgten Gegenkiefer. Der einzige Pfeilerzahn musste aus parodontalen Gründen entfernt werden.

Die Misserfolge aufgrund der Gerüstfrakturen wurden bereits beschrieben (s.o.).

Bei dem infolge eines Pfeilverlusts entstandenen Misserfolges innerhalb der Vectris®-Gruppe handelte es sich um eine auf drei natürlichen Zähnen abgestützte Unterkiefer-Prothese mit herausnehmbar versorgtem Gegenkiefer bei der zwei der drei Pfeiler wegen Längsfrakturen entfernt werden mussten.

In den Fällen, in denen es aufgrund eines Retentionsverlusts zu einem Misserfolg kam, handelte es sich einmal um eine auf vier Implantaten abgestützte Unterkiefer-Prothese bei totalem Ersatz im Gegenkiefer, weiterhin um einen unteren Zahnersatz auf drei Implantaten und einem Zahn ebenfalls mit einer Totalprothese im Gegenkiefer sowie zuletzt um einen ebenfalls im Unterkiefer lokalisierten Ersatz auf vier natürlichen Pfeilern bei einer herausnehmbaren Versorgung im Oberkiefer. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Misserfolge innerhalb dieser Gruppe:

Einstufung des Vectris®-Zahnersatzes insgesamt	Häufigkeit insgesamt	Anteil an allen Prothesen in Prozent	Anteil an allen Misserfolgen in Prozent
Erfolg	6	60%	
Misserfolg gesamt	4	40%	
Misserfolg infolge Pfeilverlusts	1	10%	25%
Misserfolg infolge Retentionsverlusts	3	30%	75%
Misserfolg infolge Gerüstbruchs	0	0%	0%

Tab. 4.8:  
Misserfolge in der Vectris®-Gruppe

Eine graphische Darstellung des Prothesenerfolgs der beiden Gruppen findet sich in der folgenden Abbildung 4.7.

Es ist erkennbar, dass bis zu einem Zeitraum von etwa 2 Jahren die beiden Kurven annähernd parallel verlaufen. Im Beobachtungszeitraum von 2,5 bis 5 Jahren liegt die „Vectris®-Kurve“ leicht unterhalb der „Metall-Kurve“. Nach etwa 5 Jahren ist allerdings ein drastischer Abfall der Vectris®-Kurve zu sehen, wohingegen die Metall-Kurve nur gering abfällt.

Dieser Unterschied ist auch statistisch signifikant (Log-Rank-Test,  $p=0,041$ ).

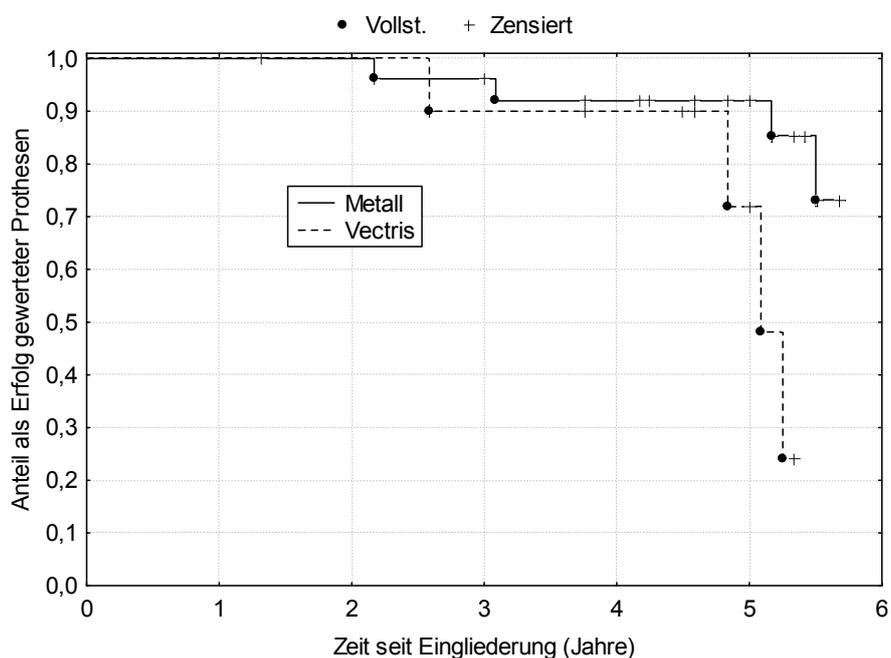


Abb. 4.7:  
Vergleich der beiden Gruppen: Verlauf des Prothesenerfolgs

Werden ausschließlich werkstofflich bedingte Misserfolge herangezogen (Retentionsverlust, Gerüstbruch), treten in der Vectris®-Gruppe 3 Misserfolge (30%), und in der Metall-Gruppe zwei Misserfolge (7,4%) auf.

	<b>Erfolg</b>	<b>Misserfolg</b>	<b>Summe</b>
<b>Vectris®</b>	7	3	10
<b>Metall</b>	25	2	27
<b>Summe</b>	32	5	37

Tab. 4.9:  
Vergleich der beiden Gruppen: Werkstofflich bedingte Misserfolge

Ein statistisch signifikanter Unterschied war für diese Werte nicht nachzuweisen, eine klinische Relevanz bleibt ggf im Rahmen der Diskussion dieser Ergebnisse zu berücksichtigen (exakter Fisher-Test,  $p = 0,11$ ).

Von den 10 Vectris<sup>®</sup>-Prothesen waren 5 am Ende der Studie noch in Funktion, ein Patient verstarb, 4 Prothesen mussten als Misserfolge verbucht werden. Bei den 27 Metall-Prothesen waren 21 Prothesen zum Abschluss der Studie noch in situ, 4 waren Misserfolge, 2 Patienten verstarben.

Mit den genannten Zahlen lässt sich folgende Vierfeldertafel aufstellen:

	<b>Erfolg</b>	<b>Misserfolg</b>	<b>Summe</b>
<b>Vectris<sup>®</sup></b>	5	4	9
<b>Metall</b>	21	4	25
<b>Summe</b>	26	8	34

Tab. 4.10:  
Vergleich der beiden Gruppen: Prothesenerfolge und –misserfolge

Der exakte Fisher-Test liefert ein  $p = 0,16$ . Ein statistisch signifikanter Unterschied war demzufolge nicht nachzuweisen.

### 4.3 Pfeilerbezogene Ergebnisse

Insgesamt wurden im Rahmen der Studie 165 Pfeiler nachuntersucht, von denen 77, das entspricht 46,7%, natürliche Zähne waren, bei 88 Pfeilern (53,3%) handelte es sich um Implantate. Unter den natürlichen Zähnen wiesen 14 (18,2%) eine endodontische Behandlung auf.

Es fanden sich 86 Pfeiler (52,1%) im Oberkiefer, während im Unterkiefer 79 (47,9%) lokalisiert waren. Insgesamt waren 72 Zähne bzw. Implantate endständig, dies entspricht 43,6%. Die häufigste Pfeilerregion war mit 35,2% der Eckzahnbereich im Ober- und Unterkiefer, hier fanden sich insgesamt 58 Zähne bzw. Implantate.

Ein Überblick über die komplette Pfeilerverteilung findet sich in der folgenden Tabelle:

<b>Pfeilerregion</b>	<b>Häufigk.</b>	<b>Prozent</b>
11	5	3,0
12	11	6,7
13	14	8,5
14	9	5,5
15	3	1,8
17	1	0,6
21	7	4,2
22	8	4,8
23	15	9,1
24	8	4,8
25	5	3,0
31	1	0,6
32	7	4,2
33	16	9,7
34	9	5,5
35	3	1,8
36	2	1,2
41	1	0,6
42	6	3,6
43	13	7,9
44	11	6,7
45	5	3,0
46	3	1,8
47	2	1,2

Tab. 4.11:  
Häufigkeit der Pfeilerregionen

Bezüglich des Materials der Sekundärkrone wurden insgesamt 128 Galvano- und 37 Vectris<sup>®</sup>-Mesostrukturen verwendet, dies entspricht 77,6% (Galvano) bzw. 22,4% (Vectris<sup>®</sup>).

Bei 101 Pfeilern (61,2%) war der Gegenkiefer herausnehmbar versorgt, bei 25 (15,2%) fand sich eine Totalprothese und bei 39 Pfeilerzähnen (23,6%) eine festsitzende Versorgung.

### **4.3.1 Beschädigungen an der Primärkrone sowie Pfeilerverlust**

#### **4.3.1.1 Beschädigungen an der Primärkrone sowie Pfeilerverlust im Gesamtkollektiv**

Bei 32 Pfeilern, dies entspricht 19,4% aller Pfeiler, kam es zu Ereignissen an der Primärkrone. Als Ereignisse wurden sämtliche feststellbare Veränderungen wie Frakturen, aber auch nur kleine Abplatzungen definiert.

In 12 Fällen (7,3%) kam es zur Querfraktur des Pfeilers mit der Primärkrone, bei den betroffenen Pfeilern handelte es sich in 11 Fällen um natürliche Zähne (92%), nur in einem Fall brach ein Implantatabutment (8%). Somit frakturierten 14,3% der Pfeilerzähne und nur 1,1% der Implantatabutments.

Bei 17 Primärkronen (10,3%) kam es zu Beschädigungen, wie Haarrissen oder Abplatzungen im zervikalen Bereich.

12 Primärkronen (7,3%) mussten erneuert werden. Es wurden nur diejenigen Primärkronen erneuert, deren Funktionstüchtigkeit aufgehoben war. Wenn beispielsweise lediglich Haarrisse auf implantatgetragenen Primärkronen festgestellt wurden, so wurden diese zunächst beobachtet und erst dann erneuert, wenn ein größeres Stück abgebrochen war. Kleine Abplatzungen an Implantatschultern wurden demzufolge ebenfalls belassen.

Beispiele dieser Ereignisse sind folgenden Abbildungen zu entnehmen:



Abb. 4.8:  
Haarriss an implantatgetragener keramischer Primärkrone 43 aus IPS Empress 2®



Abb. 4.9:  
Zervikale Abplatzung an implantatgetragener Primärkrone 44 aus  
IPS Empress 2®



Abb. 4.10:  
Frakturierte Primärkrone aus IPS Empress 2<sup>®</sup> an Zahn 34



Abb. 4.11:  
Frakturierte Primärkrone aus IPS Empress 2<sup>®</sup> an implantatgetragendem Pfeiler 34

Insgesamt gingen 11 Pfeiler (6,7%) vollständig verloren (7 von insgesamt 77 Pfeilerzähnen (9,1%) 4 von insgesamt 88 Implantaten (4,55%)), Ursachen hierfür sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

<b>Verlustursache</b>	<b>Anzahl</b>
<b>Endodontische Probleme</b>	0
<b>Karies</b>	0
<b>Parodontale Probleme</b>	1
<b>Fraktur/Längsfraktur</b>	6
<b>Periimplantäre Entzündung</b>	4
<b>Summe</b>	11

Tab. 4.12:  
Ursachen der Pfeilerverluste

Das Risiko eines Zahnverlustes war dabei nicht signifikant höher als das Risiko eines Implantatverlustes (exakter Fisher-Test,  $p = 0.35556$ ).

18 Primärkronen, 11 auf Zähnen und 7 auf Implantaten, mussten rezementiert werden im Laufe der Gebrauchsphase, dies entspricht 10,9% aller Pfeiler. Dabei fand sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Dezementierungsrisikos für natürliche Pfeiler oder Implantate (exakter Fisher-Test,  $p = 0.2184$ ).

#### **4.3.1.2 Beschädigungen an der Primärkrone sowie Pfeilerverlust getrennt für die beiden Studiengruppen**

Aufgrund der festgestellten Vergleichbarkeit der beiden Patientenkollektive konnten die vorliegenden Daten hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen bezogen auf Beschädigungen, Frakturen und notwendige Neuanfertigungen der Primärkronen sowie Anzahl der Pfeilerverluste analysiert werden.

Ereignisse, d.h. feststellbare Veränderungen an den Primärkronen, konnten in der Metallgruppe bei 27 der insgesamt 128 Pfeiler (21,1%) festgestellt werden, für die Vectris<sup>®</sup>-Gruppe lag diese Quote bei 5 von 37 Primärkronen (13,5%),

jedoch war dieser Unterschied nicht statistisch signifikant (exakter Fisher-Test,  $p = 0,35$ ).

Pfeilerfrakturen traten bei der Metallgruppe in 8,59% der Fälle auf (11 von 128), für die Vectris<sup>®</sup>-Gruppe ließ sich dies für einen von 37 Pfeilern (2,7%) nachweisen.

Beschädigungen an der Primärkrone waren für beide Gruppen annähernd gleich häufig, in der Metallgruppe bei 13 von 128 (10,16%), in der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe bei 4 von 37 (10,81%) Pfeilern.

Elf von 128 Primärkronen der Metallgruppe (8,59%) mussten erneuert werden, in der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe wurde eine von 37 Primärkronen (2,7%) noch einmal angefertigt.

In der Metallgruppe gingen neun von 128 Pfeilern verloren (7,03%), in der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe lediglich 2 von 37 (5,41%).

Für keines der genannten Kriterien konnte jedoch ein statistisch signifikanter Unterschied nachgewiesen werden (exakter Fisher-Test, alle  $p > 0,05$ ). Von den 18 Primärkronen, die wiederbefestigt werden mussten, stammten vier aus der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe, 14 aus der Gruppe mit Galvano-Sekundärkronen. Hinsichtlich des Risikos der Dezentementierung fand sich kein signifikanter Unterschied (exakter Fisher-Test,  $p = 1$ ).

#### **4.3.2 Analyse der Schadenshäufigkeit der Pfeiler im Zusammenhang mit bestimmten Pfeilereigenschaften bzw. der Gegenbeziehung**

Zur weiteren Analyse der festgestellten Schädigungen insbesondere an den Primärkronen sollte der Frage nachgegangen werden, ob ein Zusammenhang besteht zwischen einem der o.g. Ereignisse (bezogen auf eine der Gruppe oder in der Summation beider Gruppen) und der

- Pfeilerart (Zahn oder Implantat),
- Pfeilerposition (endständig oder nicht endständig),
- Pfeilerverteilung (PVG),
- Endodontisch behandelte oder vitale Pfeilerzahn,
- Gegenbeziehung (festsitzend, herausnehmbar, totale Prothese)

### **4.3.2.1 Analyse bezogen auf das gesamte Kollektiv**

#### **4.3.2.1.1 Pfeilerart (Zahn oder Implantat)**

Abhängig von der Pfeilerart war der Anteil der Ereignisse an der Primärkrone auf einem natürlichen Pfeiler mit 27,27% (21 von 77) deutlich und statistisch signifikant (exakter Fisher-Test,  $p=0,01879$ ) höher als in der Gruppe auf Implantaten (12,5%, entspricht 11 von 88 Fällen).

Ebenso verhält es sich mit den Frakturen bei Implantaten: Zu Abutmentfrakturen kam es nur einmal (1 von 88 Implantaten, 1,14%), während Pfeilerzahnfrakturen elfmal auftraten (11 von 77 Pfeiler, 14,29%). Dieser Unterschied war ebenfalls statistisch signifikant (exakter Fisher-Test,  $p=0,00147$ ).

Bei der Prothese, unter der ein Abutment frakturierte, handelte es sich um einen auf vier Implantaten abgestützten Oberkieferzahnersatz mit einer ebenfalls herausnehmbaren Versorgung im Gegenkiefer. Das betroffene Implantat hatte allerdings keine endständige Position. Bei dem gleichen Patienten fanden sich auch die bereits beschriebenen vermutlich überlastungsbedingten Schäden an den Galvano-Sekundärteilen.

Hinsichtlich der Beschädigungen an der Primärkrone, der Notwendigkeit von Neuanfertigungen und des Pfeilerverlusts ließen sich keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich der Pfeilerart feststellen.

#### **4.3.2.1.2 Pfeilerposition (endständig oder nicht endständig)**

Statistisch signifikante Unterschiede zwischen endständigen und nicht endständigen Pfeilern waren nicht gegeben (exakter Fisher-Test, alle  $p > 0,05$ ). Allerdings war tendenziell der Anteil der Ereignisse bei endständigen Pfeilern geringfügig höher als bei nicht endständigen. So kam es beispielsweise bei endständigen Pfeilern in über 11% der Pfeiler zu Frakturen, während dies nur für 4,3% der nicht endständigen Pfeiler galt. Ähnliches traf auch auf die Beschädigungen an der Primärkrone zu, welche sich bei endständigen Pfeilern in ebenfalls über 11% der Pfeiler feststellen ließ verglichen mit 9,68% bei nicht endständigen Pfeilern.

#### **4.3.2.1.3 Pfeilerverteilung (flächig oder nicht flächig)**

Wegen der vergleichsweise geringen Fallzahl waren Signifikanzberechnungen hier unzuverlässig und wenig aussagekräftig. Allerdings ließen sich Tendenzen erkennen, dass es bei nicht flächiger Verteilung prozentual häufiger zu Frakturen der Pfeiler, zu Beschädigungen der Primärkronen, zu einem Pfeilerverlust oder zu Neuanfertigungen der Primärkronen kam. So traten z.B. Pfeilerverluste eher bei Prothesen mit nicht flächiger Verteilung auf (16,67% dieser Prothesen gegenüber 8% der Prothesen mit flächiger Verteilung). Bei keiner Prothese mit flächiger Pfeilertopographie kam es zu einer Fraktur der Primärkrone auf dem Pfeiler, während dies bei 16,67% der Prothesen mit nicht flächiger Pfeilerverteilung zutraf.

#### **4.3.2.1.4 Zustands des Endodonts bei natürlichen Pfeilern (vital oder nicht vital)**

Signifikante Unterschiede ließen sich hier bei der Gesamtzahl der Ereignisse an der Primärkrone und bei der Häufigkeit von Pfeilerfrakturen finden.

So kam es bei sieben von 14 avitalen Pfeilern (50%) zu einem Ereignis, während diese Quote bei vitalen Zähnen nur bei 22,22% lag (14 von 63, exakter Fisher-Test,  $p = 0,04838$ ). Fünf von 63 vitalen frakturierten Pfeilern (7,94%) standen 6 von 14 avitalen Pfeilern gegenüber, die frakturierten (exakter Fisher-Test,  $p = 0,00348$ ).

Hinsichtlich Neuanfertigungen oder Beschädigungen der Primärkrone ließen sich jedoch, wie auch für das Risiko eines Pfeilerverlusts, keine signifikanten Unterschiede ermitteln (exakter Fisher-Test, jeweils  $p > 0,05$ ). Allenfalls konnte eine Tendenz hinsichtlich eines höheren Anteils wurzelbehandelter Zähne unter den extrahierten Pfeilern vermutet werden.

#### **4.3.2.1.5 Situation der Gegenbeziehung (festsitzend, herausnehmbar, total)**

Die Versorgung des Gegenkiefers wirkte sich in zwei Bereichen auf die Primärkronen aus. Beschädigungen an der Primärkrone fanden sich signifikant häufiger bei einer Totalprothesen-Versorgung im Gegenkiefer. Das Risiko eines Pfeilerverlusts war statistisch erhöht, sofern der Gegenkiefer festsitzend versorgt war.

Details sind den folgenden Tabellen zu entnehmen:

Gegenbezeichnung	Beschädigung Primärkrone	Beschädigung Primärkrone	Ges.
	nein	ja	
herausnehmbar	94	7	101
Anteil (%)	93,07%	6,93%	
total	17	8	25
Anteil (%)	68%	32%	
fest	37	2	39
Anteil (%)	94,87%	5,13%	
Ges.	148	17	165

	Chi-Quadr.	FG	P
Pearson Chi-Quadr.	15,10790	FG=2	p=0,00052

Tab. 4.13:  
Beschädigungen an der Primärkrone in Abhängigkeit von der Gegenbezeichnung

Geg.bezeichnung	Verlorener Pfeiler	Verlorener Pfeiler	Ges.
	nein	ja	
herausnehmbar	97	4	101
Anteil (%)	96,04%	3,96%	
total	25	0	25
Anteil (%)	100%	0%	
fest	32	7	39
Anteil (%)	82,05%	17,95%	
Ges.	154	11	165

	<b>Chi-Quadr.</b>	<b>FG</b>	<b>P</b>
<b>Pearson Chi-Quadr.</b>	10,95256	FG=2	p=0,00419

Tab. 4.14:  
Häufigkeit verlorener Pfeiler in Abhängigkeit von der Gegenbeziehung

Ereignisse an Primärkronen traten tendenziell häufiger auf, wenn der Gegenkiefer mit einer Totalprothese versorgt war, auch wenn dies nicht statistisch signifikant war (Pearson Chi-Quadr.,  $p = 0,05574$ ). Bezogen auf die Pfeilerfrakturhäufigkeit hatte die Gegenkieferbeziehung keinen wesentlichen Einfluss, notwendige Neuanfertigungen von Primärkronen waren ebenfalls unabhängig von der Versorgung des Gegenkiefers.

#### 4.3.2.2 Analyse der Metall-Gruppe

Auch innerhalb der Metallgruppe war die Pfeilerart – Zahn oder Implantat – mit einem unterschiedlichen und signifikant verschiedenen Risiko der Pfeilerfraktur vergesellschaftet. 10 von 62 Zähnen (16,13%) dieser Gruppe frakturierten, während dies lediglich auf ein Implantat zutraf (Gesamtzahl Implantate in der Metall-Gruppe: 66; exakter Fisher-Test,  $p = 0,00357$ ).

Für Auswirkungen der Pfeilerposition und –verteilung fand sich bezogen auf die Galvano-Gruppe jedoch kein statistischer Zusammenhang.

Endodontische Zähne dieser Gruppe hatten ein höheres Risiko zu frakturieren als nicht wurzelbehandelte Pfeiler (6 von 13 gegenüber 4 von 49, exakter Fisher-Test,  $p = 0,00369$ ).

Innerhalb der Metall-Gruppe kam es, wie in den folgenden Tabellen dargestellt, statistisch signifikant am häufigsten zu Beschädigungen an der Primärkrone und zu erforderlichen Neuanfertigungen, wenn sich im Gegenkiefer eine Totalprothese befand.

Geg.bezahnung	Beschädig. Primärkrone	Beschädig. Primärkrone	Ges.
	nein	ja	
herausnehmbar	82	6	88
Anteil (%)	93,18%	6,82%	
total	7	5	12
Anteil (%)	58,33%	41,67%	
fest	26	2	28
Anteil (%)	92,86%	7,14%	
Ges.	115	13	128

	Chi- Quadr.	FG	P
<b>Pearson Chi- Quadr.</b>	14,41100	FG=2	p=0,0007 4

Tab. 4.15: Metall-Gruppe:  
Beschädigungen an der Primärkrone in Abhängigkeit von der  
Gegenbezahnung

Geg.bezahnung	Neuanfertig. erforderlich	Neuanfertig. erforderlich	Ges.
	nein	ja	
herausnehmbar	82	6	88
Anteil (%)	93,18%	6,82%	
total	8	4	12
Anteil (%)	66,67%	33,33%	
fest	27	1	28
Anteil (%)	96,43%	3,57%	
Ges.	117	11	128

		<b>Chi- Quadr.</b>	<b>FG</b>	<b>P</b>
<b>Pearson Quadr.</b>	<b>Chi-</b>	10,60219	FG=2	p=0,0049 9

Tab. 4.16: Metall-Gruppe:  
Neuanfertigungen der Primärkrone in Abhängigkeit von der Gegen-  
bezaehlung

Zu einem Verlust der Pfeiler kam es statistisch signifikant am häufigsten, wenn der Gegenkiefer feststehend versorgt war.

<b>Geg.bezaehlung</b>	<b>Verlorener Pfeiler nein</b>	<b>Verlorener Pfeiler ja</b>	<b>Ges.</b>
<b>herausnehmbar</b>	86	2	88
<b>Anteil (%)</b>	97,73%	2,27%	
<b>total</b>	12	0	12
<b>Anteil (%)</b>	100%	0%	
<b>fest</b>	21	7	28
<b>Anteil (%)</b>	75%	25%	
<b>Ges.</b>	119	9	128

		<b>Chi- Quadr.</b>	<b>FG</b>	<b>P</b>
<b>Pearson Quadr.</b>	<b>Chi-</b>	17,78593	FG=2	p=0,00014

Tab. 4.17:  
Metall-Gruppe:  
Häufigkeit verlorener Pfeiler in Abhängigkeit von der Gegenbezaehlung

Für die übrigen Parameter (Ereignis an der Primärkrone oder Fraktur des Pfeilers) fanden sich keine Signifikanzen.

#### **4.3.2.3 Analyse der Vectris®-Gruppe**

Innerhalb der Vectris®-Gruppe kam es zu keinen statistisch signifikanten Ergebnissen. Ereignisse an der Primärkrone traten jedoch tendenziell häufiger auf, wenn sich im Gegenkiefer eine Totalprothese befand (Pearson Chi-Quadr.,  $p = 0,06695$ ).

#### **4.3.3 Analyse des Einflusses der Pfeileranzahl auf Patientenzufriedenheit, Haftwerte, Aussehen und Funktion der Prothesen**

Schließlich wurde nachuntersucht, ob ein Zusammenhang besteht zwischen der Pfeileranzahl ( $n \leq 4$  Pfeiler und  $n > 4$  Pfeiler) und der Patientenzufriedenheit, Haftkraftveränderung, leichte Lösbarkeit, Sprechschwierigkeiten, Entwicklung des Aussehens innerhalb einer Gruppe und im Vergleich beider Gruppen.

Es konnten jedoch keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden (jeweils  $p > 0,05$ ).

### **4.4 Ergebnisse der Patientenbefragung**

#### **4.4.1 Ergebnisse der Patientenbefragung hinsichtlich des bisherigen Zahnersatzes**

##### **4.4.1.1 Ergebnisse für das gesamte Patientenkollektiv**

Vor Anfertigung des neuen Zahnersatzes waren 65% der befragten Patienten mit dem bestehenden Zahnersatz insgesamt unzufrieden, während lediglich 35% angaben zufrieden zu sein.

Die Haftkraft des bisherigen Zahnersatzes wurde gleichermaßen schlecht bewertet: wiederum 65% beurteilten sie als nicht ausreichend, 35% als zufriedenstellend.

43% der Patienten bemängelten einen nicht schaukelfreien Sitz der Prothese, Sprechschwierigkeiten gaben 57% an.

Während das Aussehen der bestehenden Versorgung zumindest von einigen Patienten als gut eingeschätzt wurde, erhielten Kau- und Tragekomfort wesentlich schlechtere Bewertungen, was den folgenden Tabellen zu entnehmen ist:

<b>Aussehen</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Sehr gut</b>	2	8,7
<b>Gut</b>	9	39,1
<b>Befriedigend</b>	5	21,75
<b>Schlecht</b>	5	21,75
<b>Sehr schlecht</b>	2	8,7

Tab. 4.18:  
Patientenbewertung Aussehen des vorherigen Zahnersatzes

<b>Tragekomfort</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Sehr gut</b>	1	4,3
<b>Gut</b>	3	13,1
<b>Befriedigend</b>	9	39,1
<b>Schlecht</b>	3	13,1
<b>Sehr schlecht</b>	7	30,4

Tab. 4.19:  
Patientenbewertung Tragekomfort des vorherigen Zahnersatzes

Kaukomfort	Häufigkeit	Prozent
Sehr gut	1	4,3
Gut	7	30,45
Befriedigend	6	26,1
Schlecht	2	8,7
Sehr schlecht	7	30,45

Tab. 4.20:  
Patientenbewertung Kaukomfort des vorherigen Zahnersatzes

#### 4.4.1.2 Ergebnisse getrennt für die Metall- und Vectris®-Gruppe

Werden die Fragebögen über die Zufriedenheit mit dem bisherigen Zahnersatz gruppenspezifisch ausgewertet, ergeben sich vergleichbare Resultate. Patienten der späteren Metall-Gruppe geben mehrheitlich ihre Unzufriedenheit mit dem bisherigen Ersatz an (68,75%), konkret wird die Haftkraft der Prothesen wiederum in 68,75% der Fälle als nicht zufriedenstellend bezeichnet. 75% der bisher getragenen Prothesen lösten sich manchmal oder immer zu leicht, sehr gute Kaumöglichkeiten lagen nur bei 6,25% der Prothesen vor.

Spätere Vectris®-Patienten waren in 57,14% mit dem bestehenden Zahnersatz unzufrieden, die Haftkraft wurde in ebenfalls 57,14% der Fälle als unzureichend bewertet. 71,43% der alten Versorgungen lösten sich manchmal oder immer zu leicht, sehr gute Kaumöglichkeiten wurden in keinem Fall bescheinigt.

Bei keinem der obigen Parameter traten statistisch signifikante Unterschiede auf (exakter Fisher-Test; Zufriedenheit mit bisherigem Zahnersatz:  $p = 0,657$ ; unzufrieden mit Haftkraft:  $p = 0,657$ , Zahnersatz löst sich leicht:  $p = 1$ ).

## 4.4.2 Ergebnisse der Patientenbefragung hinsichtlich des neu angefertigten Zahnersatzes

### 4.4.2.1 Ergebnisse für das gesamte Patientenkollektiv

In der nach der Eingliederung vorgenommenen ersten Nachuntersuchung konnte in 34 Fällen (97,1%) eine allgemeine Zufriedenheit mit der Prothese festgestellt werden. Lediglich ein Patient (2,9%) attestierte zu diesem Zeitpunkt eine Unzufriedenheit. Dieser Patient gab jedoch in allen folgenden Nachuntersuchungen an, zufrieden mit dem Zahnersatz zu sein.

Haftkraft, Tragekomfort und Aussehen wurden ebenfalls sehr positiv bewertet, Details finden sich in der folgenden Tabelle:

Haftkraft	Häufigkeit	Prozent
Zufrieden	34	97,1%
Unzufrieden	1	2,9%

Tab. 4.21:  
Evaluation der Haftkraft nach Eingliederung der Studienprothese

Nach Eingliederung war, wie in der Tabelle erkennbar, lediglich eine Person unzufrieden mit der Entwicklung der Haftkraft seiner im ansonsten zahnlosen Oberkiefer auf vier Implantaten verankerten Prothese. Der Patient bemängelte einen insbesondere morgens zu geringen Halt. Die kritisierte reduzierte Haftkraft war aber nicht so gering, dass eine Erneuerung der in diesem Fall vorliegenden Galvano-Prothese erforderlich war. Jedoch berichtete der betroffene Patient, dass die Haftkraft im Laufe der 5 Jahre kontinuierlich abgenommen habe. Bei Inspektion der Matrizen dieser Prothese fiel auf, dass sich nach etwa 3 Jahren Formveränderungen im Inneren befanden:

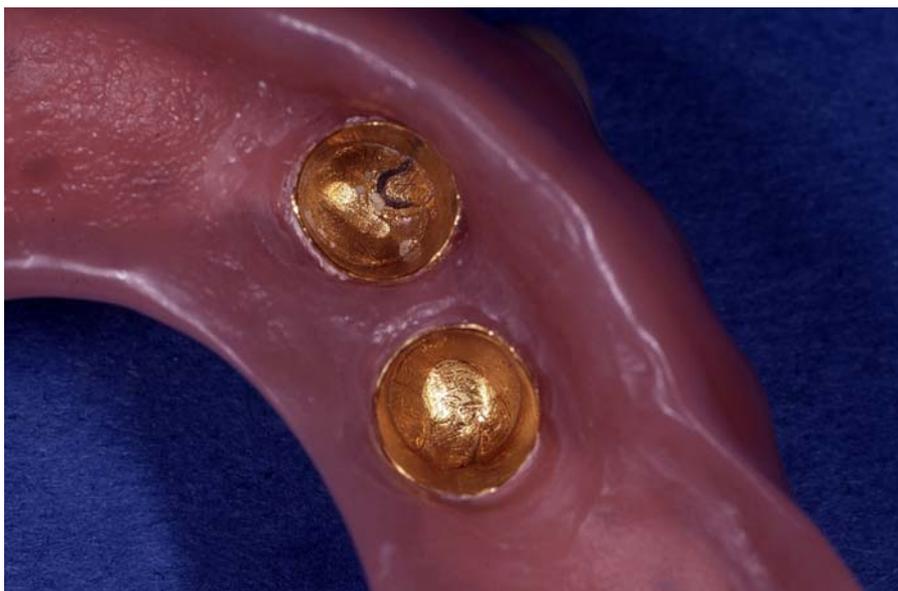


Abb. 4.12:  
Beschädigte Galvano-Mesostruktur regio 23

Ein Vergleich der Zufriedenheitswerte nach dem Eingliedern der neuen Prothesen mit den Bewertungen des alten Zahnersatzes ergab, dass die Zufriedenheit mit den neuen Prothesen signifikant größer war (exakter Fisher-Test,  $p = 0,000076$ ).

Die Zufriedenheit mit der Haftkraft des neuen Zahnersatzes war nach Eingliederung signifikant höher verglichen mit der Einschätzung des Haltes der alten Versorgung (exakter Fisher-Test,  $p = 0,0000002$ ).

Details über die positive Bewertung von Tragekomfort und Aussehen der neuen Prothesen finden sich in den folgenden Tabellen:

Tragekomfort	Häufigkeit	Prozent
Sehr gut	26	76,5%
Gut	7	20,6%
Befriedigend	1	2,9%

<b>Aussehen</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Sehr gut</b>	27	77,15%
<b>Gut</b>	6	17,15%
<b>Befriedigend</b>	2	5,7%

Tab. 4.22-4.23:

Patientenbewertung: Tragekomfort, Aussehen nach Eingliederung der Studienprothese

Die durch die Patienten im Rahmen der zweiten bis vorletzten Nachuntersuchung gemachten Angaben hinsichtlich Zufriedenheit, Haftkraft und Haftkraftveränderung, Tragekomfort, Aussehen und Kauvermögen waren stets hoch positiv und ließen keine Besonderheiten erkennen.

Weiterhin wurden die Patienten hinsichtlich einer möglichen Veränderung der Haftkraft der Prothesen während des Nachuntersuchungszeitraums befragt. Dabei war in 70% der Fälle (14 Prothesen) keine Änderung bemerkt worden, bei 25% (5 Prothesen) war die Haftkraft subjektiv schwächer, in 5% (eine Prothese) stärker geworden.

Zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung, die nach mindestens 5 Jahren Tragedauer erfolgte, wurden die angefertigten Prothesen in 19 Fällen (95%) als zufriedenstellend bewertet, lediglich ein Patient war mit seinem Zahnersatz nicht zufrieden. Dabei handelte es sich jedoch nicht um den Patienten, der zu Beginn der Nachuntersuchung den Zahnersatz als nicht zufriedenstellend beschrieb, sondern um den bereits erwähnten Patienten, der bereits zu Anfang den subjektiv zu geringen Halt bemängelte.

Insgesamt jedoch würden in allen 20 Fällen die Patienten den erhaltenen Zahnersatz erneut wählen.

Eine Veränderung der Haftkraft des Zahnersatzes wurde nur von einem geringen Teil der Patienten bemerkt, die überwiegende Mehrheit der Patienten bewertete die Haftkraft während der Studiendauer als konstant, wie in der folgenden Tabelle dargestellt ist.

<b>Veränderung Haftkraft</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Keine Veränderung</b>	14	70%
<b>Schwächer</b>	5	25%
<b>Stärker</b>	1	5%

Tab. 4.24  
Patientenbewertung der Haftkraftveränderung bei Abschlussuntersuchung

Tragekomfort, Aussehen und Kauvermögen wurden im Rahmen der Abschlussuntersuchung ebenfalls von einer deutlichen Mehrheit als sehr gut oder gut bewertet, Details finden sich in den folgenden Tabellen.

<b>Tragekomfort</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Sehr gut</b>	14	70%
<b>Gut</b>	5	25%
<b>Befriedigend</b>	1	5%

<b>Aussehen</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Sehr gut</b>	12	63,1%
<b>Gut</b>	6	31,6%
<b>Befriedigend</b>	1	5,3%

<b>Kauvermögen</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>
<b>Sehr gut</b>	15	75%
<b>Gut</b>	5	15%

Tab. 4.25-4.27:  
Patientenbewertung Tragekomfort, Aussehen, Kauvermögen bei Abschlussuntersuchung

Die oben genannten Parameter wurden zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung verglichen mit den Werten der Voruntersuchung signifikant positiver bewertet (Tragekomfort  $p = 0,0000002$ , Aussehen  $p = 0,0018$ , Kauvermögen  $p = 0,000003$ , jeweils exakter Fisher-Test).

#### 4.4.2.2 Ergebnisse getrennt für die Metall- und Vectris®-Gruppe

Über die gesamte Untersuchungsdauer wurden die Prothesen in beiden Gruppen zu sehr großen Teilen als zufriedenstellend bewertet.

Lediglich eine Person aus der Vectris®-Gruppe war unzufrieden unmittelbar nach Eingliederung des Zahnersatzes. Die Ursache für diese negative Bewertung des Zahnersatzes konnte aber anhand der weiteren Antworten des Fragebogens nicht eindeutig geklärt werden, da der Patient keine weiteren negativen Angaben machte und sich später zufrieden äußerte. Eine weitere Person dieser Gruppe äußerte sich zunächst zufrieden, dann in einer folgenden Kontrolle unzufrieden, um anschließend erneut ihre Zufriedenheit mit dem Zahnersatz auszudrücken. Auch für dieses Verhalten fand sich keine Erklärung.

Eine Person aus der Metall-Gruppe gab zum Zeitpunkt der letzten Befragung (10. Nachuntersuchung) an unzufrieden zu sein. Sie bemängelte die Haftkraft, welche kontinuierlich abgenommen habe. Dabei handelt es sich den bereits beschriebenen Patienten mit den Verformungen im Bereich der Sekundärkronen.

Alle übrigen Patienten waren zufrieden über die gesamte Beobachtungsdauer. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht nachzuweisen (exakter Fisher-Test, alle  $p > 0,05$ ).

Nach Eingliederung der Prothesen wurde die Haftkraft aller Vectris®-Prothesen (100%) als zufriedenstellend bewertet, bei den Metall-Prothesen wurde lediglich in einem Fall die Haftkraft bemängelt, was einer Zufriedenheit von 96% entspricht. Für diese unterschiedlichen Einschätzungen der Haftkraft lag keine statistische Signifikanz vor.

Auf die Frage nach der Haftkraftveränderung im Laufe der Beobachtungszeit gab es keine statistisch signifikanten Auffälligkeiten. Zum 10. Nachuntersuchungszeitpunkt wurde für 23,53% der Prothesen der Metall-Gruppe und 33,33% der Vectris®-Gruppe angemerkt, dass die Haftkraft

schwächer geworden sei. Keine Veränderung in der Haftkraft wurde durch die Patienten bei 70,59% in der Metall-Gruppe und bei 66,67% in der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe festgestellt. Diese Unterschiede erwiesen sich ebenfalls nicht als statistisch signifikant.

Ein zu leichtes Lösen der Studienprothesen wurde nach Eingliederung des neuen Zahnersatzes für 8% der Metall- und 0% der Vectris<sup>®</sup>-Prothesen angegeben, zum Zeitpunkt der 10. Nachkontrolle lösten sich nach Einschätzung der Patienten 17,65% der Metall- und 33% der Vectris<sup>®</sup>-Prothesen manchmal oder immer zu leicht. Auch für diese Werte konnten keine Signifikanzen ermittelt werden.

Die Angaben zur Frage hinsichtlich von Sprechschwierigkeiten variierten zwischen den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten sehr stark und verhielten sich uneinheitlich, wobei zu keinem Zeitpunkt statistisch signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen festgestellt werden konnten (exakter Fisher-Test, alle  $p > 0,05$ ).

Zum Eingliederungszeitpunkt wurde das Aussehen bei 76% bzw. 80% der Prothesen als sehr gut eingestuft. Nach fünf Jahren fand sich diese Einstufung nur noch bei 62,5% bzw. 66,67% der Prothesen, die Unterschiede waren allerdings zu keinem Zeitpunkt statistisch signifikant (Pearson-Chi-Quadr.,  $p > 0,05$ ).

Das Kauvermögen wurde nach 1 Jahr Tragedauer bei 70% der Vectris<sup>®</sup>-Prothesen und bei 62,96% der Galvano-Prothesen als sehr gut eingestuft. Im Verlauf des Beobachtungszeitraumes wurde das Kauvermögen jedoch in der Gruppe der Galvano-Prothesen deutlich besser bewertet, wie der folgenden graphischen Darstellung (Abb. 4.13) zu entnehmen ist, jedoch waren auch diese Unterschiede nicht statistisch signifikant (Pearson-Chi-Quadr.,  $p > 0,05$ ).

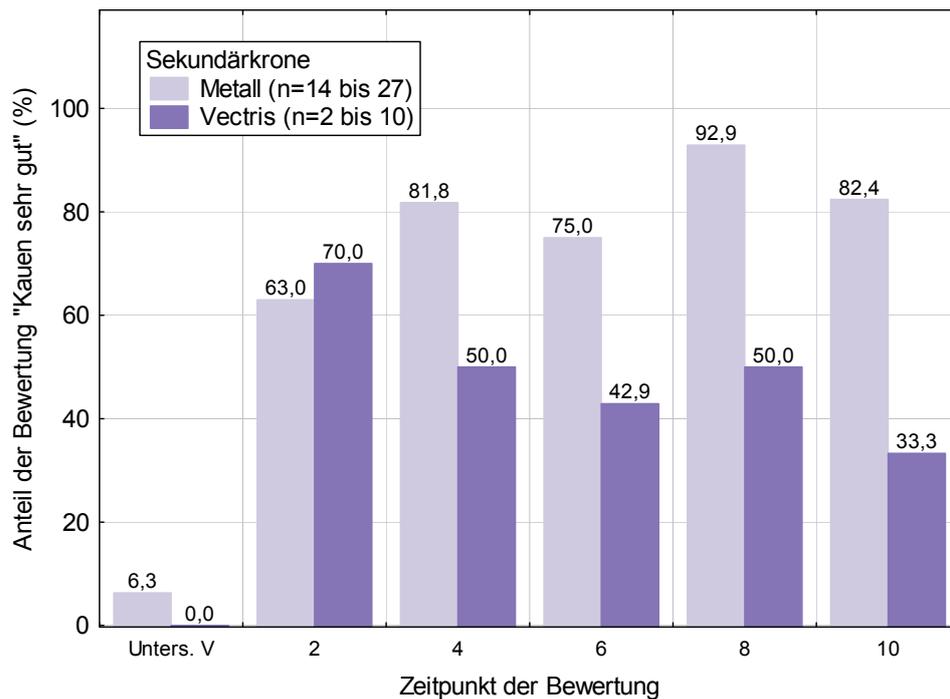


Abb. 4.13:  
Zeitliche Entwicklung des Anteils der Bewertungen „Kauen sehr gut“ bei Sekundärkronen aus Metall und Vectris®

Die Frage, ob die Studienpatienten den erhaltenen Zahnersatz wieder wählen würden, wurde bis auf eine Ausnahme von sämtlichen Personen beider Gruppen zu jedem Untersuchungszeitpunkt bejaht. Lediglich ein Patient der Vectris®-Gruppe gab nach einem Jahr Tragedauer an, sich nicht wieder für den aktuellen Zahnersatz entscheiden zu wollen, da er mit der Haftkraft der Prothese nicht zufrieden war.

In diesem Fall wurde aufgrund des vorliegenden Misserfolgs durch Retentionsverlust ein neuer Zahnersatz angefertigt und die Person schied aus der Studie aus.

## 5 Diskussion

Ziel der vorliegenden klinischen Studie war es, mehrere Fragestellungen hinsichtlich der klinischen Bewährung von metallfreiem oder metallhaltigem kombiniert festsitzend-herausnehmbarem Zahnersatz auf keramischen Primärkronen zu untersuchen sowie die Patientenakzeptanz und -zufriedenheit mit solchen Prothesen zu evaluieren.

Hierzu sollte die klinische Langzeitstabilität und Funktion keramischer Primärkronen aus Empress 2<sup>®</sup> überprüft werden. Weiterhin sollte untersucht werden, ob Konusprothesen aus dem Gerüstwerkstoff Vectris<sup>®</sup> im klinischen Einsatz vergleichbare Resultate und eine vergleichbare Langlebigkeit und Reparaturanfälligkeit wie Prothesen aus den üblicherweise verwendeten Metalllegierungen aufweisen. Schließlich sollte noch evaluiert werden, ob sich Unterschiede in der Patientenzufriedenheit mit den metallfreien oder konventionellen Prothesen nachweisen lassen.

### 5.1 Klinische Bewährung der keramischen Primärkronen

Sämtliche der 165 in der Untersuchung inkorporierten Primärkronen wurden aus Glaskeramik (IPS Empress 2<sup>®</sup>) hergestellt, da die Gleichwertigkeit bzw. Überlegenheit dieser Materialien verglichen mit den üblicherweise für diese Indikation verwendeten Metalllegierungen nachgewiesen werden sollte.

Als wesentliche klinische Erfolgsparameter wurden dabei eine geringe Plaquebelastung und eine dauerhaft gute Prothesenretention erwartet [127].

Während sich diese positiven Eigenschaften durchaus bestätigten, zeigte sich jedoch im Rahmen der Nachuntersuchung eine relativ hohe Zahl von Beschädigungen an den Primärkronen: in 17 Fällen (10,3%) ließen sich Haarrisse oder Abplatzungen feststellen. Dies ist ein gravierender Nachteil des verwendeten Materials, da solche Schäden an metallischen Primärkronen nicht auftreten können. Zwar war nicht in allen Fällen, z.B. bei nur geringfügigen Abplatzungen an Implantatpfeilern, eine Neuanfertigung der Primärkrone notwendig, jedoch mussten insgesamt 12 Primärkronen (7,3%) nochmals hergestellt werden.

Als Ursachen für die festgestellten häufigen Abplatzungen und Risse kommen vor allem Scher- und Biegebelastungen der Keramik in Frage. Diese könnten

einerseits infolge falscher oder ungünstiger Handhabung der Prothese durch den Patienten entstehen. Eine weitere Ursache könnten andererseits im Rahmen der zahnärztlichen oder zahntechnischen Behandlungs- bzw. Herstellungsschritte produzierte Ungenauigkeiten und Fehler sein.

Möglicherweise spielte auch eine Rolle, dass der zervikale Bereich der Primärkronen ggf. nicht ausreichend dimensioniert und damit nicht stabil genug war, da in einigen Fällen nicht individualisierte Implantatpfosten verwendet wurden, die somit nicht über eine ausgeprägte zervikale Stufe verfügten.

Denkbar wäre auch ein zu geringer Substanzabtrag bei der Pfeiler- oder Abutmentpräparation, der ggf. ebenfalls zu einer zu gering dimensionierten Primärkrone führt oder möglicherweise eine Fehlbehandlung der Keramik im Labor. Weiter wären als Ursache auch Ungenauigkeiten oder Fehler beim intraoralen Verkleben vorstellbar, die zu einer ungleichmäßigen Belastung der Primärkronen führen könnten, woraus dann ein Schaden resultiert.

Für die Häufigkeit von Beschädigungen an den Primärkronen spielte weder die Art des Pfeilers noch die Pfeilerposition und -verteilung eine Rolle. Auch der Zustand des Endodonts der Pfeilerzähne hatte keinen Einfluss auf die Anzahl der Schäden. Allerdings fanden sich signifikant häufiger Schäden an den Primärkronen, wenn der Gegenkiefer mit einer Totalprothese versorgt war.

Dieses Ergebnis erscheint erstaunlich. Im Vorfeld erwartet worden war eher eine größere Belastung und damit Schadenshäufigkeit in Fällen eines festsitzend versorgten Gegenkiefers und den daraus resultierenden höheren Kaukräften.

Jedoch war das Vorhandensein einer Totalprothese im Gegenkiefer der einzige patientenspezifische Faktor, für den ein Zusammenhang mit den Beschädigungen gefunden wurde.

Aufgrund der hohen Misserfolgsrate von keramischen Primärkronen aus IPS Empress 2<sup>®</sup> kann diese Glaskeramik für die Herstellung von Primärkronen nicht empfohlen werden. Die Festigkeit ist für diese Indikation zu gering.

Die mehrfach höhere Initial- und Dauerfestigkeit der Zirkoniumdioxid-Keramik [89, 138] verspricht hierzu eine verbesserte Erfolgsrate von vollkeramischen Konuskronen. Daher wird an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik beim Vorliegen einer Indikation für vollkeramische Primärkronen inzwischen ausschließlich die Yttrium stabilisierte Zirkoniumdioxid-Keramik verwendet. Die bisherigen klinischen Erfahrungen mit Kronen aus diesem Material zeigen, dass Frakturen solcher Primärkronen wie erwartet sehr selten auftreten.

### 5.1.1 Schadensrisiko der Primärkronen im Vergleich der beiden Studiengruppen

Als Ereignisse an der Primärkrone wurden Beschädigungen (Haarrisse und Abplatzungen), notwendige Neuanfertigungen sowie Pfeilerfrakturen definiert und zusammengefasst.

Der Anteil der von solchen Veränderungen betroffenen Primärkronen war jedoch für beide Studiengruppen vergleichbar und unterschied sich statistisch nicht signifikant (21,1% Metall, 13,5% Vectris<sup>®</sup> insgesamt 19,4% für alle Pfeiler (exakter Fisher-Test,  $p = 0,35$ )).

Ein Unterschied der Schadenshäufigkeit wäre zu erwarten, wenn eine der beiden für die Sekundärstruktur verwendeten Materialien zu einer Überbelastung der keramischen Primärkronen geführt hätte.

Da für beide Gruppen die intraorale Gerüstfügung durchgeführt wurde, war Passungengenauigkeit des Prothesengerüsts nicht als signifikanter Faktor für Schäden an der Primärkrone vorab vermuten worden. Aus den vorliegenden Ergebnissen lässt sich ableiten, dass beide Materialien für die Patrizie – galvanogeformtes Feingold oder faserverstärkter Kunststoff – vergleichbare Belastungen auf die vollkeramische Primärkronen ausüben.

Keine Unterschiede in Bezug auf die Häufigkeit von Schädigungen fanden sich ebenfalls, wenn man die einzelnen möglichen Ereignisse an den Primärkronen detaillierter aufgeschlüsselt betrachtet. Weder hinsichtlich von Frakturen des prothetischen Pfeilers und der Primärkrone noch bezogen auf Beschädigungen des keramischen Materials lagen zwischen der Metall- und der Vectris<sup>®</sup>-Gruppe statistisch signifikante Unterschiede vor. Gleiches galt auch für die Häufigkeit von Neuanfertigungen der Primärkrone, die für beide Gruppen im gesamten Untersuchungszeitraum unter 10% lag und für den Verlust prothetischer Pfeiler, welcher mit einer Häufigkeit von unter 8% für beide Gruppen auftrat (exakter Fisher-Test, alle  $p > 0,05$ ).

Das vergleichbare Verhalten der beiden Gruppen stellt eine wichtige Voraussetzung für die weitere Auswertung der Untersuchung dar. Die teilweise seitens der Behandler insbesondere für die Vectris<sup>®</sup>-Gruppe subjektiv festgestellte Abnahme der Haftkraft konnte damit nicht auf eine unterschiedliche hohe Schadensrate an den Primärkronen zurückgeführt werden, sondern liegt wahrscheinlich im Material der Sekundärstruktur begründet.

## 5.1.2 Einflussgrößen auf das Schadensrisiko der Primärkrone

Anhand des vorliegenden Datenmaterials war es möglich, spezifische, materialunabhängige Faktoren zu isolieren, die zu einer Überbelastung der Primärkronen und damit zu einer höheren Schädigungsrate führen könnten.

Insbesondere wurde untersucht, ob Parameter wie Pfeilertyp, Pfeileranzahl, Vitalität und Topographie der prothetischen Pfeiler sowie die Art der Gegenbeziehung eine Rolle hinsichtlich der Häufigkeit von Ereignissen an der Primärkrone spielen.

### 5.1.2.1 Pfeilertyp

Die Art des prothetischen Pfeilers – Zahn oder Implantat – hatte hinsichtlich der Häufigkeit von Ereignissen an der Primärkrone in der Gesamtgruppe einen statistisch signifikanten Einfluss (exakter Fisher-Test,  $p = 0,01879$ ). Zähne waren bei allen Patienten mehr als doppelt so häufig von Ereignissen betroffen wie Implantate. Wesentlich wurde dieser Unterschied von den bei Zähnen gegenüber Implantaten sehr viel häufiger auftretenden Querfrakturen verursacht (exakter Fisher-Test,  $p = 0,00147$ ). Dies deckt sich mit den Resultaten von Timpou [119] und von Nickenig et al. [98], die für ihre Patientenkollektive, die einen sehr großen Implantatanteil aufwiesen (größer 90% bzw. größer 50%), eine sehr geringe Pfeilverlustrate feststellen konnten.

Ein ähnliches Resultat – eine größere Frakturrate von Pfeilerzähnen - fand sich auch innerhalb der Gruppe mit Galvano-Metall-Zahnersatz. Für die Vectris<sup>®</sup>-Gruppe jedoch ließ sich aufgrund der niedrigen Fallzahl ein solcher Unterschied statistisch nicht nachweisen.

Die festgestellte Häufung von Pfeilerfrakturen zahnverankerter Primärkronen ist vermutlich auf eine Schwächung der Pfeiler aufgrund von hohem Zahnhartsubstanzverlust oder Sekundärkaries zurückzuführen [23]. Die Fraktur eines Implantatabutments hingegen ist im Vergleich dazu aus konstruktiven Gründen sehr selten, zumal diesem Ereignis meist Schrauben- oder Abutmentlockerungen vorausgehen [106].

### 5.1.2.2 Pfeilerposition

Statistisch signifikante Unterschiede zwischen endständigen oder nicht endständigen Pfeilern waren nicht gegeben, weder für das gesamte Untersuchungskollektiv, noch für eine der beiden Untergruppen. Jedoch war tendenziell der Anteil an Ereignissen bei endständigen Pfeilern (22,22%) geringfügig höher als bei nicht endständigen Pfeilern (17,2%). Gleiches galt für die Vorkommnisse Pfeilerfraktur (11,11% zu 4,3%), Beschädigung der Primärkrone (11,11% zu 9,68%), Neuanfertigung (9,72% zu 5,38%) und Pfeilerverlust (6,94% zu 6,45%) (exakter Fisher-Test, alle  $p > 0,05$ ).

Resultierend aus der klinischen Erfahrung war mit einem statistisch messbaren Unterschied zuungunsten endständiger Pfeiler gerechnet worden, was sich in dieser Studie nicht bestätigte. Infolge der ungünstigen Statik wird ein endständiger Pfeiler verglichen mit einem nicht endständigen Pfeiler insbesondere bei einem Freiendsattel mit einem hohen Drehmoment belastet. Aufgrund des intraoralen Verklebens sind die Kaukräfte jedoch weitestgehend gleichmäßig auf die integrierten Pfeiler verteilt worden. Zusätzlich erfüllt die konische Doppelkrone mit ihrer optimalen Kippmeiderfunktion bei sachgerechter klinischer und zahntechnischer Verarbeitung alle Voraussetzungen, um eine unerwünschte Beweglichkeit des Zahnersatzes auszuschließen [76, 113]. Eine solche Beweglichkeit würde vor allem endständige Pfeiler singulär beanspruchen und damit überbelasten.

### 5.1.2.3 Pfeilerverteilung

Bei der Verteilung der Prothesenpfeiler wurde zwischen einer flächigen und einer nicht-flächigen, d.h. linearen oder punktuellen Anordnung, differenziert. Eine flächige Pfeilerverteilung generiert aufgrund der günstigeren Statik eine geringere Pfeilerbelastung als eine lineare oder punktuelle Anordnung. Dadurch kann bei einer flächigen Verteilung eine verbesserte Erfolgsrate der Primärkronen erwartet werden. Diese Hypothese konnte statistisch bezüglich der Ereignisse Fraktur, Beschädigung, Neuanfertigung, Pfeilerverlust nicht bestätigt werden, weder für das Gesamtkollektiv, noch für die beiden Gruppen. Das Ergebnis lässt sich vermutlich durch den passiven Sitz des Prothesengerüsts erklären, welcher theoretisch die Überlastung einer einzelnen Primärkrone ausschließt [125, 128].

#### 5.1.2.4 Pfeilervitalität

Bei Pfeilerzähnen wurde zwischen vitalen und avitalen (wurzelbehandelten) Prothesenpfeilern unterschieden. Aufgrund des Hartsubstanzdefektes und des Verlusts stabilisierender Zahnanteile – z.B. des Pulpenkammerdachs bei wurzelbehandelten Zähnen - war zu erwarten, dass insbesondere Quer- oder Längsfrakturen vermehrt auftreten.

Am gesamten Patientenkollektiv traten bei avitalen Pfeilern Zahnfrakturen statistisch signifikant gehäuft auf (exakter Fisher-Test,  $p = 0,00348$ ). Hingegen war die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung einer Primärkrone, einer Neuanfertigung oder eines Pfeilverlusts zwischen vitalen und avitalen Zähnen statistisch nicht unterschiedlich.

Die Gruppe mit Galvano-Sekundärstrukturen ließ beim Ereignis Pfeilerfraktur ebenfalls eine signifikante Häufung bei wurzelbehandelten Zähnen erkennen (exakter Fisher-Test,  $p = 0,00369$ ), kein solcher Unterschied wurde jedoch bei den übrigen untersuchten Parametern festgestellt.

Für die Gruppe mit Vectris®-Zahnersatz konnte aufgrund der geringen Fallzahl für keinen der untersuchten Aspekte eine statistische Signifikanz zwischen vitalen und wurzelbehandelten Zähnen nachgewiesen werden.

Die Schwächung eines natürlichen Zahnes durch eine Wurzelbehandlung ist offenbar so ausgeprägt, dass Pfeilerfrakturen vermehrt auftraten, während andere Faktoren wie z.B. eine ungünstige Pfeilerverteilung und die endständige Position eines Pfeilers keinen statistischen Einfluss aufweisen. Somit verursacht der Parameter „Zustand des Endodonts“ den klinisch relevantesten negativen Effekt – das erhöhte Frakturrisiko des Pfeilerzahns [28].

#### 5.1.2.5 Einfluss der Gegenbezahnung

Ein wesentlicher Aspekt für die Belastung eines Zahnersatzes stellt die Versorgung des Gegenkiefers dar. Eigenbezahnung, festsitzenden Zahnersatz auf Zähnen und/oder Implantaten generieren eine größere Kaukraft als eine schleimhautgelagerte Teil- oder Totalprothese. Daher war der Einfluss des Gegenkiefers auf die Häufigkeit von Schadensereignissen von Interesse. Aus diesem Grund wurde das Patientenkollektiv in die drei Gruppen „festsitzend versorgt“, „herausnehmbar versorgt“ und „mit totalem Zahnersatz versorgt“ aufgeschlüsselt.

Für die Gesamtheit der untersuchten Prothesen fanden sich für die Häufigkeit von Beschädigungen der Primärkrone und für den Verlust von Pfeilern signifikante Unterschiede.

Beschädigungen an der Primärkrone waren häufiger bei einem mit einer Totalprothese versorgten Gegenkiefer feststellbar (festsitzend versorgter Gegenkiefer: 5,13%, herausnehmbar versorgter Gegenkiefer: 6,93%, mit Totalprothese versorgter Gegenkiefer 32%, Pearson Chi-Quadrat-Test,  $p = 0,00052$ ).

Dieses Ergebnis widerspricht dem aufgrund der unterschiedlichen Kaukräfte erwarteten Resultat, so dass vermutlich andere Einflussgrößen für die übermäßige Schädigung von Primärkronen bei totalprothetisch versorgtem Gegenkiefer verantwortlich sind.

Eine denkbare Erklärung könnte sein, dass die im Gegenkiefer der Studienprothesen lokalisierten Totalprothesen verglichen mit festsitzenden Versorgungen oder herausnehmbaren Lösungen einen weniger guten definitiven Sitz aufwiesen und eine gering mögliche Beweglichkeit der Prothesen eine ungünstige Belastung der antagonistischen Primärkronen bewirkte. Ungünstige Beeinflussungen oraler und speziell zahntragender Gewebe durch Totalprothesen wurden bereits ausführlich in einer Übersichtsarbeit von Carlsson beschrieben [25].

Pfeilerverluste traten hingegen signifikant öfter bei Patienten auf, die im antagonistischen Kiefer eine festsitzende Versorgung trugen.

Hier scheinen die erwarteten höheren Kaukräfte eine Rolle zu spielen. Die Analyse der Gründe für die Extraktion der prothetischen Pfeiler unterstützt diese Überlegung, da in 54,5% (6 von insg. 11 extrahierten Pfeilern) die Zahnentfernungen aufgrund von Pfeilerquer- oder Längsfrakturen erfolgte. Aufgrund der größeren Kaukräfte scheinen daher im Untersuchungszeitraum häufiger Frakturen der Prothesenpfeiler aufzutreten. Periimplantäre bzw. parodontale Probleme waren in 45,5% der Extraktionen (5 von 11) die Ursache.

Für die Gruppe der Galvanoprothesen besteht ebenfalls ein Zusammenhang zwischen dem Faktor Gegenkiefer und dem Schadensrisiko der Primärkrone. Bei den im Gegenkiefer mit totalem Zahnersatz versorgten Patienten ließen sich statistisch signifikant häufiger Beschädigungen der Primärkronen feststellen (Pearson Chi-Quadr.,  $p = 0,00074$ ). Auch Neuanfertigungen der Primärkrone waren häufiger erforderlich (Pearson Chi-Quadr.,  $p = 0,00499$ ). Das letztgenannte Resultat ließ sich für das Gesamtkollektiv allerdings nicht nachweisen.

Das Risiko eines Pfeilerverlustes ist analog zum Gesamtkollektiv bei einem feststehend versorgten Gegenkiefer am höchsten (Pearson Chi-Quadr.,  $p = 0,00014$ ).

Für Patienten mit Vectris<sup>®</sup>-Prothesen zeigten sich wegen der kleinen Grundgesamtheit keine Signifikanzen.

## 5.2 Klinisches Verhalten der Konusprothesen

Die 29 an der Studie teilnehmenden Patienten wurden zum Teil in einem Kiefer, zum Teil auch in beiden Kiefern mit Prothesen versorgt, so dass insgesamt 37 Prothesen angefertigt und nachuntersucht wurden. 27 dieser Prothesen gehörten zur konventionellen, mit einem Metallgerüst versehenen Gruppe, 10 Prothesen bestanden aus dem metallfreien Gerüstmaterial Vectris<sup>®</sup>. Für beide Gruppen wurden sowohl das klinische Langzeitverhalten als auch später die Zufriedenheit der Patienten mit dem Zahnersatz untersucht.

### 5.2.1 Nachsorgemaßnahmen und Reparaturhäufigkeit

Ein wesentlicher Aspekt, der in der vorliegenden Studie untersucht wurde, war die Häufigkeit von Ereignissen und notwendigen Reparaturmaßnahmen an den Konusprothesen.

Schadensereignisse traten im gesamten Patientenkollektiv bei über 90% der Prothesen auf, Reparaturmaßnahmen mussten bei beinahe 90% der Prothesen eingeleitet werden. Meist handelte es sich dabei um Verblendreparaturen oder Unterfütterungen, die jeweils bei 37,8% der Prothesen durchgeführt werden mussten.

Eine getrennte Analyse der beiden Gruppen ergab hinsichtlich des Anteils reparierter Prothesen ebenfalls jeweils Werte um 90% (Vectris<sup>®</sup>-Gruppe: 90%, Metall-Gruppe: 88,9%). Weiterhin ist die Reparaturhäufigkeit pro Galvanoprothese höher als bei Vectris<sup>®</sup>-Prothesen ( $3,6 \pm 3,2$  verglichen mit  $2,2 \pm 2,0$ ). Die Erstreparatur einer Galvanoprothese trat im Mittel nach 22,2, die

Erstreparatur der Vectris<sup>®</sup>-Prothesen nach 16,8 Monaten auf. Die jährliche Reparaturhäufigkeit betrug bei Galvanoprothesen 0,66, bei Vectris<sup>®</sup>-Prothesen 0,59. Die Unterschiede zeigen jedoch keine statistische Signifikanz (Mann-Whitney-U-Test,  $p > 0,4$ ).

Die Vectris<sup>®</sup>-Prothesen waren somit nicht reparaturanfälliger als Galvano-Prothesen. Dies spricht zunächst einmal für die Stabilität und Leistungsfähigkeit des Vectris<sup>®</sup>-Materials sowie für die korrekte zahnärztliche und zahntechnische Verarbeitung.

Zu berücksichtigen bleibt jedoch, dass für beide Gruppen die Summen sämtlicher Beschädigungen verglichen wurden, nicht nur Schäden an den für die unterschiedlichen Prothesenarten spezifischen Komponenten wie z.B. den Sekundärstrukturen oder dem Gerüstmaterial.

Überwiegen in solch einer Situation Schäden an Komponenten, die für beide Prothesen gleich waren (z.B. das Verblendmaterial), könnten durch die größere Zahl von Komplikationen an gleichartigem Material mögliche Unterschiede im Bereich des spezifischen Materials überdeckt werden.

Besonderheiten und Schwächen einer der beiden Systeme können daher nur erkannt werden, wenn insbesondere Veränderungen an den prothesenspezifischen Materialien verglichen werden.

Im Folgenden wird daher die Reparaturanfälligkeit der prothesenspezifischen Sekundärstrukturen und Gerüstmaterialien diskutiert.

Bei 4 von 10 Vectris<sup>®</sup>-Prothesen wurden Schäden an der Sekundärstruktur festgestellt – jeweils Abplatzungen des Vectris<sup>®</sup>-Materials-, während bei der Gruppe mit Galvanomatrizen nur bei zwei Patienten Beschädigungen auffielen. Dieser Unterschied war hochsignifikant und unterstreicht die seitens der Nachuntersucher gemachten negativen Erfahrungen mit den metallfreien Prothesen (exakter Fisher-Test,  $p = 0,0347$ ). Bezogen auf die Pfeilergesamtzahl ließ sich ein noch deutlicheres Ergebnis erzielen: 9 von 37 Vectris<sup>®</sup>-Sekundärkronen wiesen Beschädigungen auf, während sich solche nur bei 3 von 128 Galvano-Sekundärstrukturen fanden (exakter Fisher-Test,  $p = 0,00008$ ). Insbesondere die Retention des Vectris<sup>®</sup>-Zahnersatzes ließ nach kurzer Zeit deutlich nach, was eine Folge einer schnelleren Abnutzung oder leicht möglichen Beschädigung im Bereich der Sekundärstrukturen darstellen dürfte.

Aufgrund dieser Ergebnisse sind hinsichtlich der klinischen Bewährung eindeutig Galvano-Sekundärstrukturen zu bevorzugen.

Die verlässliche Integrität der Galvanomatrizen ist auf den präzisen Formgebungsprozess und auf die Duktilität des Feingoldes zurückzuführen. Die Matrizen aus dem glasfaserverstärkten Verbundwerkstoff Vectris® weisen im Gegenzug eine reduzierte Passungsqualität und eine hohe Sprödigkeit auf, wodurch sich das schlechte klinische Ergebnis mit diesem Material erklären lässt. Allerdings mussten von den neun beschädigten Vectris®-Sekundärkronen nur sechs erneuert werden, bei den übrigen waren die Abplatzungen so gering, dass diese belassen wurden.

Brüche des Prothesengerüsts, die eine Neuanfertigung erforderten, traten nur bei zwei Galvanoprothesen auf. In der Vectris®-Gruppe trat ein Gerüstbruch auf, welcher ohne Neuanfertigung instand gesetzt werden konnte. Eine genauere Analyse dieses Ergebnisses ergab, dass die Frakturen der beiden Prothesen mit Metallgerüst bruxismusbedingt waren, so dass die festgestellten Brüche durch eine starke patientenbedingte Überlastung entstanden.

Die insgesamt hohe Reparaturanfälligkeit der Konusprothesen zeigt sich auch in der Überlebenszeitanalyse. So waren nach weniger als 2 Jahren bereits mehr als die Hälfte der Prothesen repariert worden, am Ende des Untersuchungszeitraumes von 5 Jahren waren über 90 % der Prothesen bereits mindestens einmal instandgesetzt worden.

Die Untersuchung von Köhler, bei der jedoch vorwiegend konventionelle Konusprothesen einbezogen wurden, ergab ebenfalls hohe Werte hinsichtlich der Reparaturhäufigkeit der nachuntersuchten Prothesen [73]. Nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von  $4,2 \pm 0,7$  Jahren war an 64% der Prothesen mindestens eine Reparatur durchgeführt worden. Die höheren Werte der vorliegenden Untersuchung lassen sich möglicherweise durch die Unterschiede hinsichtlich der eingesetzten Materialien erklären. Während Köhler vor allem Konusprothesen mit Metallgerüst und metallischen Primärkronen analysierte, kamen in dieser Studie keramische Primärkronen aus Empress 2® sowie Gerüste aus Vectris® zum Einsatz, die sich hinsichtlich der Reparaturanfälligkeit nicht bewährten. So spielt beispielsweise das Auftreten von Abplatzungen an der Primärkrone in seiner Veröffentlichung keine Rolle, während diese Beschädigung in der vorliegenden Studie wiederholt auftrat.

Übereinstimmungen zwischen den beiden Studien finden sich hinsichtlich der am häufigsten erforderlichen Reparaturvorgänge, die Instandsetzung von Verblendungen stellt jeweils die häufigste Einzelmaßnahme dar. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von Behr et al. [9].

Der Vergleich der Reparaturanfälligkeit zwischen den beiden Prothesenarten zeigte ab 15 Monaten unter Risiko einen leichten Vorteil zugunsten der Galvanoprothesen, welcher jedoch nicht statistisch signifikant war. Dies lässt sich wiederum infolge einer Überlagerung möglicher prothesenspezifischer Schwachstellen wie z.B. der Vectris®-Sekundärstrukturen durch allgemeine, für beide Prothesen geltende und häufiger eintreffende Schädigungen erklären, die einen möglicherweise deutlicheren Unterschied überlagern.

### 5.2.2 Analyse des Prothesenerfolges

In dieser klinischen Studie mussten insgesamt 8 Prothesen als Misserfolg gewertet werden, drei infolge von Pfeilverlust, fünf durch werkstofflich bedingte Mängel wie Retentionsverlust und Gerüstbruch.

Vergleicht man die Gruppen der Galvano- und Vectris®-Prothesen anhand einer Überlebenszeitanalyse, zeigt sich nach etwas mehr als zwei Jahren ein Vorteil für die Galvanogruppe, der nach etwa 5 Jahren deutlich zunimmt und eine statistische Signifikanz erreicht ( $p = 0,041$ ). Dadurch können Vectris®-Prothesen nicht als Therapiemittel empfohlen werden.

### 5.2.3 Patientenzufriedenheit

Vor der Protheseeingliederung waren 65% der Studienpatienten mit ihrem bisherigen, insuffizienten Zahnersatz unzufrieden. Eine Unterteilung entsprechend der späteren Versorgung mit Galvano- oder Vectris®-Zahnersatz ergab keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Unzufriedenheit. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Patienten beider Gruppen ähnlich kritisch gegenüber ihrem vorherigen Zahnersatz eingestellt waren. Die Vergleichbarkeit beider Patientenkollektive war damit gegeben.

Mit dem neuen Zahnersatz war die Anzahl der subjektiv zufriedenen Patienten zu jedem Untersuchungszeitpunkt sehr hoch und unterschied sich nicht zwischen den beiden Gruppen (exakter Fisher-Test,  $p > 0,2$ ). Über die gesamte Untersuchungsdauer gab pro Kontrolltermin maximal ein Patient pro Gruppe an, unzufrieden zu sein, häufig waren sogar alle Patienten zufrieden. Dabei bleibt festzuhalten, dass insgesamt nur 3 Patienten ihren Zahnersatz negativ bewerteten und dies auch nur jeweils zu einem einzigen Nachuntersuchungstermin taten, d.h. vorher und/oder nachher Zufriedenheit äußerten. Auffällig ist, dass die beiden unzufriedenen Patienten der Vectris®-

Gruppe in den ersten Nachuntersuchungen auftreten, während die einzige unzufriedene Person der Metall-Gruppe erst in der Abschlussuntersuchung die angesprochene negative Bewertung machte.

Diese insgesamt sehr positive Bewertung ist insbesondere vor dem Hintergrund der großen Reparaturanfälligkeit der Prothesen sowie der festgestellten Misserfolgsrate mit erforderlicher Neuanfertigung bemerkenswert. Die für die Untersucher insbesondere bei Vectris®-Prothesen erkennbaren Mängel wirkten sich offenbar nicht auf die Einschätzung der Patienten aus, die zu Beginn und am Ende der Studie gleich zufrieden mit ihrem Zahnersatz waren. Dies deckt sich mit den gemachten klinischen Erfahrungen, dass die Mängeltoleranz von Patienten sehr unterschiedlich sein kann und sich die subjektive Einschätzung des Patienten hinsichtlich Zufriedenheit, Kaufunktion, Ästhetik oder Halt deutlich von den Bewertungen eines Untersuchers unterscheiden kann. Dieses Phänomen konnte in zahlreichen Studien ebenfalls nachgewiesen werden, bei denen das Patientenbefinden nicht mit dem klinischen Erfolg korrelierte [5, 6, 11, 13, 38, 122]. Die Untersuchungen belegen die hohe Bedeutung der subjektiven Einschätzung in Bezug auf den klinischen Gesamterfolg einer Restauration.

Eine weitere Ursache der hohen Patientenzufriedenheit ist, dass die Patienten einer positiven Selektion unterlagen; Prothesen, die gravierend mangelbehaftet waren, wurden erneuert und damit diese potentiell unzufriedenen Patienten aus der Studie entfernt. Somit verblieben in der Studie nur solche Patienten, deren Prothesen nicht als Misserfolg verbucht werden mussten.

## **5.3 Literaturanalyse bezogen auf klinische Parameter und Reparaturhäufigkeit**

### **5.3.1 Studien mit keramischen Primärkronen**

Aktuelle vergleichbare Veröffentlichungen, in denen Doppelkronen gestützte Zahnersatz auf keramischen Primärkronen untersucht wurde, liegen derzeit nur sehr wenige vor.

So berichteten Rösch und Mericske-Stern in einer aktuellen Veröffentlichung von neun Prothesen auf insgesamt 40 Teleskopkronen, welche 18 bis 30 Monate nachuntersucht wurden [104]. Als Material für die Primärkronen wurde

in diesem Fall Zirkoniumdioxid verwendet. Gravierende technische Probleme wie z.B. Retentionsverlust oder die Notwendigkeit zur Erneuerung der Galvanokappen konnten nicht festgestellt werden, lediglich über den Verlust der Vitalität an zwei Pfeilern wird berichtet. Detaillierte Angaben über die Gesamtzahl vitaler Zähne vor prothetischer Versorgung fehlen. In der Annahme, dass alle 32 in der Studie versorgten Pfeilerzähne initial vital waren, resultiert in 6% aller Zähne ein Vitalitätsverlust. In der vorliegenden Untersuchung wurde ein geringeres Risiko von 4,8% für Vitalitätsverlust bezogen auf einem längeren Beobachtungszeitraum gemessen. Insgesamt scheint die Aussagekraft der Arbeit von Rösch und Mericske-Stern eher gering. Insbesondere die kurze Nachbeobachtung lässt schwerwiegende technische Probleme nicht erwarten, zumal in der vorliegenden Untersuchung auch nach mehr als fünfjähriger Beobachtungsdauer in maximal einem Fall bei der Kombination Keramik-Metall ein gravierender Retentionsverlust auftrat, wie dies bei 3 Vectris<sup>®</sup>-Prothesen der Fall war. Weiterhin minimiert die auch von uns nach Abschluss dieser Untersuchung empfohlene Verwendung von Primärkronen aus Zirkoniumdioxid aufgrund der verglichen mit Glaskeramik besseren mechanischen Eigenschaften das Risiko von Schäden an den inkorporierten Kronen.

Weitere klinische Studien über doppelkronengestützte Prothesen auf keramischen Primärkronen ließen sich zum jetzigen Zeitpunkt nicht auffinden.

### **5.3.2 Studien mit metallischen Primärkronen**

Für die Materialkombination von Primärkronen aus einer Edelmetalllegierung mit Gold-Galvano-Sekundärkronen lassen sich hingegen zahlreiche Veröffentlichungen finden. Da es eines der Ziele der vorliegenden Studie war, die Gleichwertigkeit bzw. sogar die Überlegenheit der Keramik-Galvano-Kombination verglichen mit dem Standard der Edelmetall/Edelmetall- und Edelmetall/Galvano-Kombination nachzuweisen, ist ein Vergleich mit diesen Ergebnissen sinnvoll. Zudem liegen für diese Versorgungsarten zahlreiche Langzeituntersuchungen vor, so dass sich beispielsweise hinsichtlich der Reparaturhäufigkeit und der Überlebensrate des Zahnersatzes sinnvolle Vergleichsmöglichkeiten ergeben.

Wie bereits im Rahmen der Ergebnisdarstellung angeführt, wurden im fünfjährigen Untersuchungszeitraum 89% der in der vorliegenden Studie nachuntersuchten Prothesen repariert.

Dieser Wert ist verglichen mit den Resultaten von anderen klinischen Studien eher im oberen Bereich angesiedelt. In der aktuellen Literatur wird der Anteil von Doppelkronen verankerten Prothesen, die im Rahmen einer mehrjährigen Nachsorge eine Reparaturmaßnahme benötigen, mit Werten zwischen 32,5% bis 92,8% angegeben [9, 60, 63, 73, 122, 137].

Jedoch ist bei der Analyse dieser Zahlen zu berücksichtigen, dass sich die genannten Studien hinsichtlich dessen, was als Behandlungs- und Reparaturmaßnahme Berücksichtigung findet, teilweise deutlich unterscheiden; eindeutige, für alle Studien verbindliche Empfehlungen oder Standards liegen nicht vor.

So wurden in einigen Studien nur der erste auftretende Fehler vermerkt, kam es zu einer Wiederholung, wurde diese nicht erneut registriert [9, 60], während in anderen Untersuchungen auch Wiederholungen von Beschädigungen vermerkt wurden [63].

Zudem spielt neben einer unterschiedlichen Fehler- bzw. Schadensdokumentation auch die unterschiedlich lange Nachuntersuchungsdauer eine Rolle bei der Häufigkeit von Reparaturen. Das von Igarashi & Goto untersuchte Patientenkollektiv, bei dem wie angesprochen durchaus Mehrfachfehler vermerkt wurden, trug den nachuntersuchten Zahnersatz im Mittel 12 Jahre [63]. Diese Studie weist somit mit einer Schadensquote von 92,8% den höchsten Wert für diesen Parameter auf. Jedoch wurden in dieser Untersuchung beispielsweise Rezementierungen von Primärkronen oder Unterfütterungen der Prothesen nicht als Beschädigungen definiert, sondern nur zusätzlich vermerkt.

Behr et al. geben im Nachuntersuchungszeitraum von circa 5 Jahren eine Komplikationsrate von 48,8% bei konischen und 34,2% bei parallelwandigen Doppelkronen an [9]. Diese Werte beinhalten neben Beschädigungen jedoch auch das Wiederbefestigen von Primärkronen, was sogar den Großteil der Reparaturmaßnahmen ausmacht. Angaben über Unterfütterungen oder ähnliche Maßnahmen werden nicht gemacht, jedoch vermerkten die Autoren jeweils nur den ersten technischen Fehler, so dass mögliche Folgefehler nicht berücksichtigt wurden. Dies kann möglicherweise zu einer günstigeren Fehlerquote beitragen, da beispielsweise Köhler nachweisen konnte, dass erstmalig beschädigte Strukturen ein erhöhtes Risiko aufweisen, nochmals einen Schaden zu erleiden. Somit ist diese Untersuchung zwar hinsichtlich der klinischen Nachuntersuchungsdauer mit der vorliegenden Arbeit vergleichbar, jedoch sind die Schadenshäufigkeiten aufgrund der beschriebenen Ungleichheiten im Rahmen der Dokumentation nur schwer zu vergleichen.

Wagner und Kern untersuchten in ihrer Veröffentlichung Prothesen, die 10 Jahre zuvor eingegliedert worden waren [122]. Nach dieser Zeit waren 42,6% noch im Originalzustand, d.h. 57,4% der Prothesen waren verändert worden. Da jedoch nicht über Kontrolluntersuchungen oder Instandhaltungsmaßnahmen innerhalb der zehnjährigen Trageperiode berichtet wird, ist anzunehmen, dass Reparaturmaßnahmen, die am ursprünglichen Aussehen der Prothese nichts ändern (z.B. das Wiederbefestigen von Ersatzzähnen oder Verblendreparaturen), nicht bemerkt werden konnten, also nur massivere Veränderungen in die Untersuchung einfließen. Somit ist ein Vergleich der in der angesprochenen Veröffentlichung präsentierten Werte mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie nur schwer möglich.

Hofmann et al. geben in ihrer Untersuchung von konischen und parallelwandigen Doppelkronenprothesen nach einem etwa fünfjährigen Beobachtungszeitraum für Konusprothesen eine Komplikationsrate von 50% an, während diese für parallelwandige Teleskoparbeiten bei 32,5% lag [60]. Jedoch ist einerseits zu berücksichtigen, dass auch in dieser Studie nur der erste aufgetretene Fehler dokumentiert wurde, andererseits aber notwendige Rezentierungen der Primärkronen in die Statistik einfließen. Dies ist insofern von Bedeutung, da z.B. bei Teleskopprothesen als einzige Reparaturmaßnahme Rezentierungen der Primärkronen auftraten, während sich innerhalb des Untersuchungszeitraums keine weiteren Beschädigungen zeigten, folglich keinerlei Reparaturen erfolgen mussten, welche die Leistungen eines zahntechnischen Labors bedingten. Aufgrund dieser unterschiedlichen Herangehensweise ist ein Vergleich mit den Daten der vorliegenden Studie erschwert.

Köhler erhält in seiner Nachuntersuchung von vorwiegend konventionellen Konuskronen nach etwa fünf Jahren Tragedauer eine Reparaturrate von 64% [73]. Ähnlich wie in unserer Untersuchung wurde das Wiederbefestigen von Primärkronen nicht als Reparatur gewertet, so dass seine Zahlen am ehesten mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung verglichen werden können.

Eine mögliche Erklärung für die - auch verglichen mit den Ergebnissen von Köhler - relativ große Anzahl an Reparaturen in unserer Untersuchung könnten daher auch die engmaschigen, in sechsmonatigen Abständen durchgeführten Kontrolluntersuchungen sein, da häufige, regelmäßige Nachuntersuchungen zu einer höheren Nachbehandlungsrate führen [137]. Die Patienten aus der retrospektiven Untersuchung von Köhler wurden lediglich einmalig einbestellt und hinsichtlich erfolgter Reparaturen untersucht, eine regelmäßige Nachkontrolle wie in unserer prospektiven Studie fand nicht statt.

In der Veröffentlichung von Wöstmann et al. wird nach einer Beobachtungsphase von etwas mehr als 5 Jahren für die nachuntersuchten Telekopprothesen eine Reparaturrate von 64,8% angegeben, wobei Verblindverluste und Dezementierungen von Primärkronen zu den häufigsten technischen Fehlern zählen [137]. Interessanterweise war die Reparaturrate bei Patienten, die jährlich zu den angebotenen Nachkontrollen erschienen, signifikant höher als bei den Patienten, die nicht regelmäßig die Kontrolltermine wahrnahmen (75,9% zu 50%).

Letztlich erscheint durch die angesprochenen Schwierigkeiten ein Vergleich der Reparaturraten verschiedener Studien sehr schwierig, es kann jedoch angenommen werden, dass sich der in der vorliegenden Untersuchung erhaltene Wert von 89% im oberen Bereich üblicher Angaben bewegt.

Als Ursache für die in der vorliegenden Untersuchung festgestellte hohe Schadensrate kommen jedoch neben der engmaschigen Nachkontrolle und der mittellangen Nachuntersuchungsperiode weitere Faktoren infrage. So erwiesen sich zunächst die keramischen Primärkronen aus Empress 2<sup>®</sup> als relativ anfällig für Abplatzungen und Haarrisse, wie bereits weiter oben ausführlich dargestellt. Da aus heutiger Sicht für die Herstellung keramischer Primärkronen in der Regel Materialien auf Zirkonoxidbasis herangezogen werden, die über verbesserte mechanische Eigenschaften verfügen, ist in zukünftigen Untersuchungen mit einer geringeren Häufigkeit der Beschädigung von Primärkronen zu rechnen. Da in den angeführten vergleichbaren Untersuchungen anderer Autoren im Wesentlichen metallische Primärkronen verwendet wurden, deren Schadensrisiko deutlich geringer ist, erklären sich niedrigere Reparaturraten. Zudem wurde in der vorliegenden Untersuchung, im Gegensatz zu ähnlich aufgebauten Studien, das Material Vectris<sup>®</sup> verwendet, dessen klinische Bewährung vor Abschluss der Studie zumindest unklar war. Aufgrund der nun erhaltenen Ergebnisse und der hohen Reparaturanfälligkeit des Materials ist dessen Verwendung für die beschriebene Indikation eher negativ zu sehen ist, so dass auch dadurch eine größere Reparaturanfälligkeit resultiert.

Am Ende des Beobachtungszeitraums waren noch 70,3% der Prothesen, also 26 von 37 in Funktion. Drei Patienten waren zwischenzeitlich verstorben, acht Prothesen (22%) mussten als Misserfolge gewertet werden, davon drei wegen des Verlustes aller oder zumindest zahlreicher Pfeiler.

Eine Analyse der vorliegenden Literatur ergibt Misserfolgsraten für doppelkronengestützten Zahnersatz nach mehrjährigen Nachuntersuchungen, die zwischen 4% bis zu 39,6% [14, 53, 62, 73, 119, 122, 131, 137] liegen, wobei

bei diesen Ergebnissen die unterschiedlich langen Nachuntersuchungsdauern des Zahnersatzes zu berücksichtigen sind.

Während also der Anteil reparierter Prothesen in der vorliegenden Studie im oberen Bereich der in vergleichbarer Literatur angegebener Werte liegt, gilt dies nicht für die Häufigkeit von vollständigen Misserfolgen. Bezogen auf dieses Ereignis liegen die ermittelten 22% durchaus inmitten der Spanne von 4 bis beinahe 40% für Misserfolge konusgestützter Prothesen in Langzeituntersuchungen.

Im Gegensatz zu den heterogen definierten und damit schwer zu vergleichenden Reparaturquoten wird der Prothesenmisserfolg in allen angegebenen Untersuchungen einheitlich verstanden als Zustand, der eine Neuanfertigung des Studienzahnersatzes nach sich zieht, weil dieser aus verschiedensten Gründen (z.B. Pfeilerverlust, Retentionsverlust, Fraktur des Zahnersatzes) nicht mehr verwendet bzw. instand gesetzt werden kann.

Diese einheitlichere Definition bedingt vermutlich die etwas kleinere Streuung der angegebenen Werte in der Literatur für Misserfolge verglichen mit den Reparaturraten. Anzunehmen wäre weiterhin, dass ein Heranziehen nur von Studien mit gleicher Nachuntersuchungsdauer noch homogenere Ergebnisse erzielen würde.

In der Tat weisen die Studien mit der geringsten Nachuntersuchungsdauer die niedrigsten Misserfolgsraten auf. Beispielsweise liegt diese bei Widbom et al. bei 4% (Nachuntersuchung: 3,8 Jahre), während z.B. Wagner und Kern nach 10 Jahren der Nachuntersuchung 39,6% Misserfolge fanden [122, 131]. Für Untersuchungen, die eine vergleichbare Nachuntersuchungsdauer aufwiesen wie die vorliegende Studie (ca. 5 Jahre), finden sich Werte zwischen 4,4% [73] und 19% [62].

Als wesentliche Ursachen für Misserfolge werden in der Regel Retentions- oder Pfeilerverluste bzw. gravierende Beschädigungen des Zahnersatzes angegeben, Faktoren, die auch in der vorliegenden Untersuchung eine bedeutende Rolle spielten. Während aber für Pfeilerverluste zahlreiche, in der Regel klinische Ursachen entscheidend sein können – hier sind beispielsweise Pfeilerüberlastungen, Planungsfehler, fehlende Patientencompliance, nicht befriedigend gelöste parodontale, endodontische oder funktionelle Probleme zu nennen –, entsteht ein Retentionsverlust in der Regel durch technisches Versagen wie z.B. mögliche Verschleißerscheinungen im Bereich der Halteelemente oder zahnärztliche bzw. zahntechnische Ungenauigkeiten. Gravierende Beschädigungen des Zahnersatzes können durch zahntechnische

– z.B. Herstellungsfehler des Gerüsts - und patentenspezifische – z.B. massiver Bruxismus – Faktoren verursacht werden.

Heners und Walther geben in ihrer Veröffentlichung eine Misserfolgsrate von 4,4% an [53]. Insgesamt wurden 7 von 158 Konusprothesen im Untersuchungszeitraum von 12-72 Monaten erneuert. Als Ursache für die Neuanfertigung wird jeweils eine vom Patienten als zu gering eingestufte Retention angesehen. Brüche oder Pfeilerverluste, die in unserer Untersuchung durchaus eine Rolle spielen, werden nicht erwähnt.

In der bereits erwähnten Veröffentlichung von Hulten et al., die eine Misserfolgsrate von 19% angeben, versagte ein Drittel der verloren gegangenen Konusprothesen infolge von umfangreichen Zahnverlusten, zwei Drittel mussten in wurzelstiftkappengetragene Prothesen – vermutlich infolge von Zahnfrakturen -umgewandelt werden [62]. Im Gegensatz zur Arbeit von Heners und Walther wurde keine Prothese infolge eines Retentionsverlusts neu angefertigt.

Etwas mehr als ein Drittel der Prothesenmisserfolge in der vorliegenden Studie wurde durch Pfeilerverluste verursacht, ein gleich großer Anteil durch Retentionsverlust. Somit scheinen die beiden jeweiligen Hauptursachen der Studien von Heners und Walter einerseits und von Hulten andererseits durchaus gleichberechtigt in unserer Untersuchung eine Rolle gespielt zu haben.

Bergman et al. berichten in ihrer Untersuchung von einer Misserfolgsrate von 15,5% nach einer Nachuntersuchungsperiode über 6-7,5 Jahre [14]. Ähnlich wie bei unserer Studie wurden die Misserfolge durch mehrere unterschiedliche Probleme verursacht, 50% der Prothesen wiesen eine unzureichende Retention auf, 25% der Prothesen versagten infolge von Pfeilerverlusten, weitere 25% mussten aufgrund von Problemen mit den Pfeilern in Deckprothesen umgewandelt werden.

In der Veröffentlichung von Wagner und Kern wird nach 10 Jahren Tragedauer eine Misserfolgsquote von 39,6% angegeben, wobei 28,7% der Prothesen bereits ersetzt, 10,9% noch in situ, aber nicht mehr funktionstüchtig, sondern erneuerungsbedürftig waren [122]. Da es sich um eine retrospektive Analyse handelt, sind keine Angaben vorhanden, warum die im Lauf der Zeit ersetzten Prothesen erneuert werden mussten. Somit ist ein Vergleich der Ursachen der

festgestellten Misserfolge mit unserer Untersuchung oder anderen Studien nicht möglich.

Widbom et al. präsentieren in ihrer Veröffentlichung die Ergebnisse einer Untersuchung, die sich über 3,8 Jahre im Mittel erstreckte [131]. In diesem Zeitraum musste lediglich eine Prothese infolge Pfeilverlusts entfernt werden, was einer Erfolgsrate von 96% entspricht. Dieses exzellente Ergebnis wird jedoch sicherlich auch durch die kurze Nachbeobachtungszeit ermöglicht, die am unteren Rand der hier diskutierten Studien liegt.

In der Arbeit von Trimpou wurden vor allem implantat- sowie wenige zahn-implantatgetragene Prothesen nachuntersucht, deren Retentionsmechanismus auf präfabrizierten konischen Abutments und Sekundärkronen beruht [119]. Im dreijährigen Nachuntersuchungszeitraum mussten 19% der Prothesen als Misserfolg gewertet werden. Ursache war in allen Fällen eine insuffiziente Retention der lediglich auf zwei Implantatpfeilern getragenen Prothesen. Bei unserem Patientenkollektiv konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang festgestellt werden zwischen der Anzahl der Pfeiler ( $n \leq 4$  Pfeiler und  $n > 4$  Pfeiler) und den patientenspezifischen Parametern wie Zufriedenheit, Tragekomfort, Haftkraftveränderung und Aussehen (Pearson Chi-Quadr.  $p > 0,05$ ), weder im Gesamtkollektiv, noch innerhalb der Test- und Kontrollgruppe.

Später wurden von Trimpou Sekundärkronen mit einer größeren Höhe verwendet, um so die Problematik einer schwachen Retention bei nur zwei Implantatpfeilern zu umgehen. Wesentlich zu beachten bleibt jedoch der Unterschied im Retentionsmechanismus, da in unserer Studie ausschließlich Galvano-Sekundärkronen zur Anwendung kamen, während bei Trimpou eine Retention der präfabrizierten Teile durch Verkeilung erzielt wurde.

Von deutlich niedrigeren Misserfolgsquoten berichten Wöstmann et al. anhand ihrer Ergebnisse [137]. In einer Untersuchung über 5,3 Jahre mussten lediglich 4,7% der nachuntersuchten Prothesen als Misserfolg gewertet werden. Von diesen 4,7% wurde in mehr als der Hälfte (58%) der Fälle die bestehende Teleskopprothese durch eine neue ersetzt, so dass als Ursache Retentionsverlust oder eine massive Beschädigung infrage kommt. In 42% der Misserfolge musste infolge Zahnverlustes eine Totalprothese angefertigt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung kamen Misserfolge durch massive Retentionsverluste nur bei Anwendung des Materials Vectris® zustande, nicht

jedoch bei Keramik-Galvano-Kombinationen. Die Misserfolgsrate der Vectris<sup>®</sup>-Prothesen lag in dieser Studie bei 40% und damit noch in der publizierten Spanne für konusgetragenen Zahnersatz. Aus Sicht der Autorin sind solch hohen Misserfolgsraten jedoch klinisch inakzeptabel.

Ein typisches Ereignis in der Nachsorge von doppelkronengestütztem Zahnersatz sind Dezementierungen, für die eine Häufigkeit von 13%-26% angegeben wird [9, 33, 60, 131]. Üblicherweise werden frühzeitige Dezementierungen, die in den ersten zwei Jahren nach Fertigstellung eines Zahnersatzes auftreten, technischen Fehlern während des Zementierungsprozesses zugerechnet [9].

Da die Prothesen, die in unserer Studie nachuntersucht wurden, von insgesamt sechs verschiedenen Zahnärzten mit unterschiedlich großer Erfahrung eingegliedert wurden und auch das Wiederbefestigen verlorener Primärkronen durch zahlreiche unterschiedliche Behandler erfolgte, könnten hierdurch einige der aufgetretenen Probleme erklärt werden. Jedoch ist die von uns ermittelte Häufigkeit für Dezementierungen von 10,9% (18 von insg. 165 Primärkronen) geringer verglichen mit den in der Literatur beschriebenen Werten. Dies könnte auch dadurch begründet sein, dass die keramischen Primärkronen in unserer Studie teilweise adhäsiv und teilweise konventionell - beispielsweise auf Implantaten - eingesetzt wurden und ein relevantes Dezementierungsrisiko lediglich bei einer klassischen Zementierung besteht.

Für später auftretende Dezementierungen werden in der Regel sehr große Retentionskräfte während des Entnehmens der Prothese oder eine zu wenig retentive Präparation der Pfeiler verantwortlich gemacht [9]. Auch hierfür gilt, dass aufgrund der bereits erwähnten Tatsache, dass die Studienpatienten von mehreren, unterschiedlich erfahrenen Zahnärzten behandelt wurden und daher möglicherweise individuelle Unterschiede bei der Pfeilerpräparation zum Tragen kamen, darin eine mögliche Ursache für die festgestellten Dezementierungen zu suchen ist.

Die festgestellte Pfeilerverlustrate von 6,7% liegt ebenfalls im Intervall von vergleichbaren klinischen Studien. Die angegebene Spanne reicht von 2,9% bis 26,4% [14, 37, 52, 53, 54, 62, 73, 98, 122, 131, 137].

Auch hier spielt die unterschiedliche Nachuntersuchungsdauer der verschiedenen Studien eine entscheidende Rolle. Die meisten Veröffentlichungen mit längerjährigen Nachuntersuchungszeiten geben allerdings ebenfalls einstellige Prozentzahlen bezüglich des Anteils extrahierter Zähne an.

Genauere Informationen sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

<b>Studie</b>	<b>Dauer der Nachuntersuchung</b>	<b>Nachuntersuchte Pfeiler</b>	<b>Verlorene Pfeiler</b>
<b>Heners &amp; Walther 1988a</b> <sup>[52]</sup>	42 Monate	1798	3,9%
<b>Heners &amp; Walther 1988b</b> <sup>[53]</sup>	12-72 Monate	263	5,3%
<b>Ericson et al. 1991</b> <sup>[37]</sup>	35 Monate	99	3%
<b>Hulten et al. 1993</b> <sup>[62]</sup>	40 Monate	188	10,1%
<b>Bergman et al. 1997</b> <sup>[14]</sup>	72-89 Monate	78	9%
<b>Wagner &amp; Kern 2000</b> <sup>[122]</sup>	120 Monate	311	26,4%
<b>Köhler 2002</b> <sup>[73]</sup>	62 Monate	523 (520 Zähne, 3 Implantate)	6,3%
<b>Widbom et al. 2004</b> <sup>[131]</sup>	45 Monate	368	7%
<b>Trimpou 2002</b> <sup>[119]</sup>	36 Monate	97 Pfeiler (6 Zähne, 91 Implantate)	1%
<b>Wöstmann et al. 2007</b> <sup>[137]</sup>	60 Monate	1758	3,8%
<b>Nickenig et al. 2008</b> <sup>[98]</sup>	80 Monate	908 (449 Zähne, 459 Implantate)	2,9%

Tab. 5.1  
Übersicht über die Pfeilverlustrate vergleichbarer Studien

Die in der vorliegenden Studie festgestellte 6,7%ige Pfeilverlustrate im Zeitraum von etwa 5 Jahren ist möglicherweise auch auf die Integration von Pfeilerzähnen zurückzuführen, die nur eine mäßige prothetische Wertigkeit aufwiesen. Insbesondere die mit geringem Aufwand mögliche Erweiterbarkeit einer Konusprothese nach Pfeilverlust führt zu einer erhöhten Bereitschaft,

auch prognostisch ungünstige Zähne in die Konstruktion mit zu integrieren. Der zusätzliche Gewinn an Retention und die wiederkehrende klinische Festigung von gelockerten Zähnen [128] bieten eine zusätzliche Motivation, in der Planungsphase prognostisch ungünstigere Zähne nicht zu extrahieren. Zudem lässt sich durch den Gewinn an Retention bei sehr geringer Restbezahnung die mundbezogene Lebensqualität der Patienten im Vergleich zu einer Totalprothese hochsignifikant steigern [77].

Eine alleinige Betrachtung der Extraktionsrate nur der Pfeilerzähne, d.h. ohne Berücksichtigung der Implantate, ergibt ein geringfügig schlechteres Ergebnis von 9,1%. Jedoch liegt auch diese Verlustrate in der Spanne der oben angegebenen Werte.

Die äußerst niedrigen Werte von Nickening et al. werden vermutlich durch die große Anzahl von Implantaten in seiner Studie bedingt, welche üblicherweise ein geringeres Verlustrisiko aufweisen als Pfeilerzähne [98]. Ähnliches gilt für die 1%ige Verlustrate bei Trimpou, die in ihrer Untersuchung einen Implantatanteil von 93,8% bezogen auf die Gesamtpfeilerzahl dokumentierte [119].

Zwei Prothesen der Metall-Gruppe (7,5%) mussten nach dem Bruch des Gerüsts ersetzt werden, wobei in diesem Zusammenhang von Bedeutung ist, dass diese Gerüstfrakturen in Fällen auftrat, bei denen Prothesen mit einer zu graziilen Gerüstgestaltung bei parafunktionell aktiven, massiv Bruxismus ausübenden Patienten eingegliedert wurden. Widbom et al. berichten ebenfalls von Gerüstfrakturen bei Bruxismus-Patienten und geben dafür eine Häufigkeit von 5% an [131].

Als weitere Ursachen sind auch technische Fehler im Herstellungsprozess wie z.B. eine ungeeignete Gusstemperatur oder eine ungünstige Platzierung der Gusskanäle denkbar, die zu Porositäten im Gerüstmaterial führen [22]. Eine detaillierte Untersuchung der frakturierten Metallgerüste unserer Studie wurde jedoch nicht durchgeführt.

Hofmann et al. berichteten in ihrer Untersuchung ebenfalls von Gerüstfrakturen konuskronengetragener Prothesen, welche ebenfalls in 7,5% der Prothesen auftraten [60]. In anderen Veröffentlichungen wird die Häufigkeit von Gerüstbrüchen mit einer Häufigkeit von 2,5% [137] bis etwa 7% angegeben [9]. Diese Werte lassen erneut die Bedeutung eines optimalen zahntechnischen Vorgehens bei der Herstellung kombiniert festsitzend-herausnehmbaren Zahnersatzes erkennen, da bis auf funktionelle Einflüsse die klinischen Gegebenheiten auf das Risiko einer Gerüstfraktur nur sehr wenige Auswirkungen haben.

Von besonderer Bedeutung für unsere Studie waren die drei Vectris<sup>®</sup>-Konusprothesen, bei denen eine Neuanfertigung der Prothesen infolge von Verlust der Retention durchzuführen war. Da die Haftung von konusgestütztem Zahnersatz sowohl in konventioneller Ausführung als auch bei Verwendung der Galvanotechnik auf der präzisen Passung von Matrize und Patrize beruht, ist ein Haftkraftverlust am ehesten durch eine Abnutzung in diesem Bereich zu erklären.

Aufgrund dieser Schadensereignisse und des festgestellten signifikanten höheren Schadensrisikos an den Vectris<sup>®</sup>-Matrizen kann eine Sekundärstruktur aus Glasfaserverbundwerkstoff nicht empfohlen werden. Das Halteelement Keramik/Galvano ist hier eindeutig überlegen.

Allerdings werden auch in anderen klinischen Studien Retentionsverluste von Konuskronen gestützten Zahnersatz beschrieben. Zumeist wurde der Prothesenhalt durch eine Patientenbefragung ermittelt, teilweise finden sich auch Angaben über durch Friktionsverlust ausgelöste Reparaturmaßnahmen [137].

Jedoch ist nicht in jedem Fall der Verlust einer initial zufriedenstellenden Haftung beschrieben. So stellten z.B. Ericson et al. [37] bei der ersten Nachuntersuchung ihres Patientenkollektivs nach im Median 20 Monaten zunächst eine Zunahme der Retention fest, so dass 4 von 23 Prothesen nur mit Hilfe eines Kronenabnehmers entfernt werden konnten. Zwischen der Anzahl an Pfeilerzähnen und der Retention der Suprakonstruktion wurde keine Korrelation gefunden. Bei der zweiten Nachuntersuchung 35 Monate nach Eingliederung ergab sich eine leichte Verschlechterung der Retention. Die Ergebnisse dieser Patientengruppe wurden in einer weiteren Veröffentlichung derselben Arbeitsgruppe über einen längeren Beobachtungszeitraum beschrieben. Dabei zeigte sich weiterhin bis zur 4. Nachuntersuchung (Beobachtungsdauer zwischen 73 und 92 Monaten) ein Rückgang der Retention, welcher teilweise mit ausgeprägten Zunahmen der Lockerungsgrade der Zähne, in erster Linie von Lockerungsgrad 0 auf 1 und 2, einherging [14]. Die Autoren erklären das Phänomen mit möglichen bestehenden Inkongruenzen zwischen Primär- und Sekundärstruktur aus einer hochgoldhaltigen Legierung. Diese bewirken einen initial hohen Retentionsgrad, gleichzeitig eine Zunahme der Pfeilerbeweglichkeit und eine verschleißbedingte minimale Abnahme der Retention im Sinne eines Verschleißes von Metalloberflächen.

Dieser Verschleißeffekt war bei der Materialkombination in der vorliegenden Studie nicht zu erwarten [128].

Nach Eingliederung war in unserer Studie, wie im Abschnitt Ergebnisse erläutert, lediglich eine Person unzufrieden mit der Entwicklung der Haftkraft seiner im ansonsten zahnlosen Oberkiefer auf vier Implantaten verankerten Prothese. Ursächlich für den zunehmenden Retentionsverlust dieser Prothese waren vermutlich die nach etwa 3 Jahren im Inneren der Matrizen erkennbaren Formveränderungen. Da der Patient angab, mit den Zähnen zu knirschen und zu pressen, ist zu vermuten, dass er aufgrund seines Bruxismus die relativ weichen Feingoldmatrizen beschädigte. Möglicherweise kann man darin eine Schwachstelle der dünnen Galvano-Hülsen erkennen und daraus folgern, dass eine strenge Indikationsstellung bei Bruxismus-Patienten vorzunehmen ist. Jedoch ist die Fallzahl in der vorliegenden Untersuchung zu gering für allgemeine Schlussfolgerungen, aber die klinische Erfahrung aus eigener Patientenbehandlung unterstützt diese Aussage. Der Grund für die durch den Patienten subjektiv zu gering empfundene Retention der Prothese unmittelbar nach Eingliederung konnte nicht eruiert werden.

Igarashi und Goto stellten eine signifikant schlechtere Haftkraft fest bei Prothesen im reduzierten Restgebiss und bei Kennedy Klasse I-Lückengebissituationen, einhergehend mit einer erhöhten Prothesenbeweglichkeit [63]. Gernet et al. stellten einen Zusammenhang zwischen einer erhöhten Prothesenbeweglichkeit und parodontal geschwächten Pfeilern fest, wodurch zusätzlich der positive Effekt der sekundären Schienung reduziert wird [45]. In der vorliegenden Studie jedoch konnte bezüglich der Pfeileranzahl und -verteilung und der Haftkraft kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden.

Weitere klinische Studien zur Beurteilung des Parameters der Haftkraft von konuskronengetragenen Prothesen auf metallischen Primärkronen mit konventionell hergestellter metallischer Sekundärkrone liegen beispielsweise von Köhler und von Janko vor, wobei die Evaluation der Retention in beiden Fällen auch mittels einer Patientenbefragung erfolgte [65, 73].

Die genannten Studien ergeben insgesamt eine positive Patientenbewertung bezüglich der Haftkraft bei Konusprothesen. So stellte Köhler ebenfalls eine Zufriedenheit der Patienten mit der Haftkraft von über 90% fest [73]. Dies konnte auch in unserer Studie bestätigt werden, allerdings sind unsere Werte nur eingeschränkt vergleichbar, da es sich bei den hier verwendeten Sekundärkronen um galvanisch fabrizierte Strukturen handelt und nicht um konventionell hergestellte. Ebenfalls decken sich die positiven Erfahrungen von Janko, die in einer prospektiven klinischen Studie mit intraoral gefügtem doppelkronengestützten Zahnersatz eine 90%ige Patientenzufriedenheit hinsichtlich der Prothesenretention fand, mit den Ergebnissen der vorliegenden

Untersuchung [65]. Auch in dieser Arbeit wurde unter anderem das intraorale Fügeverfahren mit Feingoldmatrizen untersucht.

### 5.3.3 Studien mit Gerüsten aus faserverstärkten Kunststoffen

Zum jetzigen Zeitpunkt liegen nur wenige Veröffentlichungen vor, die sich mit herausnehmbarem Zahnersatz unter Verwendung von glasfaserverstärktem Kunststoff als Gerüstmaterial beschäftigen. Hauptsächlich Anwendungsgebiete dieser Substanzen sind eher zahn- oder implantatgetragene Brückenversorgungen, Wurzelstifte, Schienungen oder ggf. Verstärkungen herausnehmbarer Kunststoffprothesen [121].

Im Gegensatz dazu ist die Datenlage für weitergehende Indikationen wie z.B. die Verwendung als Gerüstmaterial im Sinne einer Metallalternative relativ gering. Von Duncan et al. liegt eine Veröffentlichung vor, in der im Sinne eines Fallberichts die Verwendung von glasfaserverstärktem Kunststoff als Gerüst einer implantatgetragenen, herausnehmbaren Prothese beschrieben wird [30]. Jedoch handelt es sich bei dem dokumentierten Fall keineswegs um eine metallfreie Lösung, da metallische Stege und Stegreiter zur Anwendung kamen, also die Primär- und Sekundärstrukturen aus Metall gefertigt wurden. Jedoch wurde in dem beschriebenen Fall zugunsten des Glasfaserwerkstoffs auf ein stabilisierendes Metallgerüst verzichtet. Da allerdings in der genannten Veröffentlichung jedoch nur angegeben wird, dass die erstellte Prothese mehr als ein Jahr in Funktion steht, weitere Angaben über eine definierte klinische Nachuntersuchung, die bestehende Prothesenretention oder die Patientenzufriedenheit aber nicht genannt werden, ist die wissenschaftliche Aussagekraft eher als gering einzustufen. Somit ist ein Vergleich mit der vorliegenden Studie nicht möglich.

Von Akin et al. liegt ebenfalls ein Fallbericht vor, der sich mit der Verwendung glasfaserverstärkter Kunststoffe als Bestandteil eines herausnehmbaren Zahnersatzes beschäftigt [2]. In seiner Veröffentlichung wird allerdings eher ein brückenähnlich gestaltetes Langzeitprovisorium beschrieben, welches lediglich auf die Nachbarzähne aufgesetzt, aber nicht zementiert wurde, so dass es abnehmbar blieb. Somit kann dieser Fallbericht eher den Arbeiten zugeordnet werden, die sich mit der Verwendung glasfaserverstärkter Materialien für provisorische oder dauerhafte festsitzende Brückenversorgungen beschäftigen. Folglich lassen sich auch die Resultate dieser Veröffentlichung nicht mit denen der vorliegenden Studie vergleichen.

Keine relevanten Studien ließen sich finden, in denen Vectris® oder vergleichbare Materialien als Gerüstmaterial und Matrize bei kombiniert festsitzend-herausnehmbarem metallfreiem Zahnersatz verwendet wurden. Aus diesem Grund ist ein Vergleich mit den Ergebnissen der vorliegenden Veröffentlichung nicht möglich. Aufgrund der im Rahmen dieser Studie gemachten Erfahrungen kann aus unserer Sicht Vectris® für diese Indikation auch nicht empfohlen werden, da sich die Erwartungen an das Material im klinischen Einsatz nicht bestätigen konnten.

Hinsichtlich der Grundidee, metallfreien doppelkronengestützten herausnehmbaren Zahnersatz zu ermöglichen, könnten weitere Studien z.B. mit Zirkonoxid als Gerüstmaterial in Erwägung gezogen werden, wobei das Hauptproblem die Substitution der Sekundärstruktur darstellen dürfte.

## **5.4 Vergleich mit anderen Studien bezogen auf die Patientenzufriedenheit**

Es liegen insgesamt nur sehr wenige Langzeituntersuchungen von Konuskronen gestützten Prothesen vor, die neben klinischen Parametern eine Analyse der Patientenzufriedenheit mit dem angefertigten Zahnersatz zum Thema haben.

Hinzu kommt, dass in den Studien, die sich auch mit den Einschätzungen und Bewertungen der Patienten beschäftigen, zwar meist als Analyseinstrument Fragebögen herangezogen werden, diese aber nicht standardisiert vorliegen und sich in den verschiedenen Untersuchungen deutlich unterscheiden. Somit sind publizierte Ergebnisse zur Patientenzufriedenheit sehr häufig nur schwer vergleichbar.

Auch in unserer Studie wurden selbsterstellte Fragebögen benutzt, da vorliegende standardisierte Fragebögen nicht spezifisch genug auf die Fragestellungen neuartiger Behandlungsverfahren ausgerichtet sind: allerdings geht dies auf Kosten der geringeren Vergleichsmöglichkeit mit anderen Studien.

Dennoch bleibt es erstrebenswert, dass auch hier in Zukunft eine Vereinheitlichung stattfinden sollte, um diesen wichtigen Erfolgsparameter prothetischer Therapie auch bei innovativen experimentellen Studien besser evaluieren und vergleichen zu können.

Eine Untersuchung, die sich trotz der beschriebenen Limitationen bereits frühzeitig mit der Patientenzufriedenheit beschäftigte, ist die Veröffentlichung von Gernet et al. aus dem Jahr 1983 [45]. Die hier mit Konuskronen versorgten Patienten wurden allerdings lediglich retrospektiv mittels eines Fragebogens bezüglich ihrer Zufriedenheit mit Ihrem Zahnersatz befragt, wobei jedoch nur etwas mehr als die Hälfte der angeschriebenen Patienten diesen beantwortete. Die Personen, die den Fragebogen zurückschickten, waren allerdings mit ihrer Versorgung zufrieden, 92,4% würden diese wieder anfertigen lassen, über 80% beurteilten Kaumöglichkeiten und Ästhetik als gut. Leider fehlen detaillierte Angaben über die mittlere Tragedauer der Prothesen, jedoch waren beinahe 40% 8 Jahre oder länger in situ. Ein umfangreicher Abgleich mit den Zufriedenheitswerten dieser Untersuchung ist aufgrund der bereits angesprochenen Problematik der Vergleichbarkeit nur schwer möglich, jedoch deuten die Ergebnisse beider Studien darauf hin, dass Konuskronen getragener Zahnersatz eine hohe Akzeptanz und Zufriedenheit bei Patienten erzeugen kann. Sicherlich kritisch zu sehen ist das hier angewandte Vorgehen, nachträglich mittels eines Fragebogens Zufriedenheitsdaten zu erheben, zumal aufgrund der Rücklaufquote von etwa 50% offenkundig die Eindrücke der anderen Hälfte der Patienten nicht in die Untersuchung einfließen. Eine prospektive Ausrichtung der Untersuchung mit Einschätzungen aller Patienten hinsichtlich des Zahnersatzes liefert in jedem Fall validere Daten.

Ähnlich positive Werte bezüglich der Patientenzufriedenheit konnten auch Ericson et al. im Rahmen ihrer Untersuchung feststellen, bei der Patienten mit Konuskronen getragenen Prothesen im Median 35 Monate nachuntersucht wurden [37]. Die Befragung erfolgte hier ebenfalls durch das Zusenden eines Fragebogens, wobei festzuhalten ist, dass zum Zeitpunkt des Versendens die Patienten die Prothesen zwischen 12 und 31 Monaten trugen.

Die Ergebnisse dieser Analyse waren weitestgehend positiv, zwei Drittel der Patienten gaben an, eine Verbesserung der Kaufähigkeit zu empfinden. Kritisch zu sehen ist bei dieser Veröffentlichung jedoch erneut die Datenerhebung durch das Zusenden eines Fragebogens. Zudem fällt die sehr kurze Tragedauer des Zahnersatzes – zwischen einem und zweieinhalb Jahre - auf.

Die Patientenzufriedenheit stellt auch in der Untersuchung von Hulten et al. einen Aspekt dar, den die Autoren in ihr Studiendesign aufnahmen [62]. Allerdings wurden auch in diesem Fall erst retrospektiv die Daten erhoben, indem die Patienten kontaktiert und zu einer Nachuntersuchung einbestellt wurden. Der Anteil der Rückläufer war mit 73% bemerkenswert hoch. Einer Befragung hinsichtlich der Patientenzufriedenheit wurden allerdings nur 39 der 57 nachuntersuchten Personen unterzogen, wobei diese Passung, Aussehen

und Halt ihrer Prothesen bewerten mussten. Als Ergebnis dieser Analyse ergaben sich ebenfalls sehr positive Werte für den Konuskronen gestützten Zahnersatz, jedoch ist ein direkter Vergleich mit den Daten der vorliegenden Studie ebenfalls nicht möglich.

Wagner und Kern kontaktierten in einer retrospektiven Untersuchung 147 Patienten, die in den Jahren 1987 und 1988 insgesamt 194 herausnehmbare Prothesen erhalten hatten [122]. Zu einer angebotenen Nachuntersuchung erschien jedoch nur etwa die Hälfte der Patienten (74 Personen), so dass 101 Prothesen nachuntersucht werden konnten. Zu berücksichtigen bleibt jedoch, dass bei der Herstellung des Zahnersatzes als Halteelement teilweise Konuskronen, teilweise gegossene Klammern und teilweise auch Kombinationen aus Konuskronen und Klammern verwendet wurden. Die so erhaltenen positiven Werte für Halt und Kaufähigkeit (90% bzw. 80% Zufriedenheit) wurden im Rahmen der Veröffentlichung jedoch nicht für die angesprochenen unterschiedlichen Halteelemente detailliert aufgeschlüsselt, sondern nur für das Gesamtkollektiv angegeben. Folglich wird einer der positiven Aspekte - die lange, zehnjährige Nachuntersuchungsdauer - durch die fehlende Differenzierung nach Retentionsmechanismus negativ überlagert. Eine genaue Bewertung von Konuskronen gestütztem Zahnersatz ist nicht möglich. Weiterhin ist das Design der Studie, eine retrospektive Befragung, wie bereits mehrfach angeführt, einer prospektiven Analyse unterlegen, so dass auch hier ein aufschlussreicher Vergleich mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung nicht möglich ist.

In ihrer Veröffentlichung aus dem Jahr 2004 untersuchten John et al. in einer prospektiven Studie die Veränderung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität von Patienten nach Versorgung mit Zahnersatz [69]. Nachteilig an dieser Untersuchung ist jedoch, dass die Gruppe der Patienten, die mit herausnehmbarem Ersatz versorgt wurde, sehr heterogen ist, da von den 31 Personen nur 17 mit Doppelkronen gestütztem Zahnersatz versorgt wurden. Weitere Patienten wurden mit Prothesen mit gegossenen oder handgebogenen Klammern versorgt. Verglichen wurden die Daten mit den OHIP-G-Werten einer normalen Bevölkerung, die aufgrund weiterer Untersuchungen vorlagen.

Dabei zeigte sich, dass die prätherapeutisch höheren OHIP-Werte im Rahmen der Nachsorge sich den Werten der unbehandelten Personen annäherten, um schließlich sogar unter diese zu fallen. Somit konnte nachgewiesen werden, dass die mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität durch die prothetische Therapie deutlich verbessert werden konnte. Eine Befragung der Patienten hinsichtlich ihrer subjektiven Zufriedenheit wurde nicht durchgeführt.

Ein großer Vorteil dieser Untersuchung ist die Erhebung von OHIP-Werten, da diese eine Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen anderer Studien zulassen und somit die Patientenzufriedenheitswerte unterschiedlicher Veröffentlichungen auf ein valides und wissenschaftlich adäquates Fundament gestellt werden. Ungünstig wirkt sich die bereits angesprochene Heterogenität der Prothesenarten aus, da somit erneut nur allgemeine Angaben über die Auswirkungen von herausnehmbarem Zahnersatz auf mundgesundheitsbezogene Lebensqualität möglich sind.

In der prospektiv angelegten klinischen Studie von Trimpou zu Konuskronen gestützten Prothesen auf SynCone<sup>®</sup>-Abutments wurde die Patientenzufriedenheit ebenfalls mittels Fragebögen evaluiert, welche den in der vorliegenden Untersuchung verwendeten sehr ähnelten, so dass hier eine gute Vergleichbarkeit möglich ist [119]. Auch dort konnte eine hohe Patientenzufriedenheit mit Konuskronen gestützten Prothesen bestätigt werden. Die Autorin konnte eine signifikante Verbesserung der allgemeinen Zufriedenheit, der Retention und des Kauvermögens feststellen im Vergleich des bisherigen Zahnersatzes mit der Studienprothese. Dieses Ergebnis war durchaus zu erwarten, da viele Patienten unter der insuffizienten Retention von Teil- oder Totalprothesen leiden, und z.B. eine Pfeilervermehrung über Implantate diese Problematik sofort behebt.

In unserer Studie konnte ebenfalls eine massive Verbesserung der Zufriedenheit festgestellt werden durch die Eingliederung der Studienprothesen. Sogar zum Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung, also nach etwa 5 Jahren Trage- und Nutzungsdauer, war dieser Unterschied statistisch signifikant (exakter Fisher-Test,  $p = 0,000076$ )

Diese festgestellte Verbesserung ist insofern von besonderer Bedeutung, da die Anzahl unserer Patienten, die sich aus dem Zustand der Zahnlosigkeit durch Implantationen einem massiv verbessernden Eingriff der intraoralen Situation unterzogen, relativ gering war. Rein implantatgetragene Prothesen machten etwa ein Drittel aller Versorgungen aus (13 von 37 bzw. 35,1%). 15 der 37 Prothesen (40,5%) waren rein zahngetragen, d.h. diese Patienten gaben eine signifikante Steigerung der Zufriedenheit nur durch den neuen Zahnersatz auf bereits vorhandenen Pfeilern an. Der positive Effekt einer Verbesserung durch eine Implantation spielte folglich hier keine Rolle. Im Vergleich dazu waren im Patientenkollektiv von Trimpou 90,5% der Prothesen rein implantatgetragene, die übrigen 9,5% zahn-implantatgetragen, so dass hier alle Patienten von einer implantologischen Pfeilervermehrung profitierten und ein Großteil der Patienten zuvor zumindest vorübergehend zahnlos war.

Ähnlich wie in der Studie von Trimpou konnte anhand unserer Daten ebenfalls eine signifikante Besserung des Tragekomforts, des Aussehens und des Kauvermögens festgestellt werden.

Eine prospektiv angelegte Studie, die sich vor allem mit der Patientenzufriedenheit und der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität nach Anfertigung eines Doppelkronen verankerten Zahnersatzes im reduzierten Restgebiss befasst, stellt die Veröffentlichung von Grossmann et al. aus dem Jahr 2007 dar [48]. In dieser Untersuchung wurden 30 Doppelkronen gestützte Prothesen angefertigt – 30 konventionell (konische Primärkrone) und 30 mit Galvanotechnik (parallelwandige Primärkrone). Vor Behandlungsbeginn, 6 Monate und 12 Monate nach Therapieabschluss wurde die mundgesundheitsbezogene Lebensqualität unter Verwendung des OHIP-G evaluiert. Weiterhin wurden die Patienten gebeten, ihren Zahnersatz bezogen auf Funktion, Ästhetik und Retention mittels einer Likert-Skala zu bewerten. Insgesamt zeigte sich eine signifikante Besserung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität nach Behandlungsabschluss, wobei es für diesen Parameter zwischen den beiden Gruppen keinen Unterschied gab. Hinsichtlich Ästhetik und Retention vergaben die Patienten der Galvano-Gruppe jedoch schlechtere Werte, der Unterschied zur Gruppe mit konventionellem Konus-Zahnersatz war signifikant.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle oben angeführte Studien den Nachweis erbringen, dass die Versorgung des reduzierten Restgebisses mittels Konuskronen getragenen Zahnersatz ein Therapiemittel ist, das zu einer hohen Patientenzufriedenheit und –akzeptanz führt. Dies deckt sich mit den Ergebnissen dieser Untersuchung, auch wenn eine detaillierte Analyse und ein ausführlicherer Vergleich aufgrund der uneinheitlichen Methoden zur Evaluierung der Patientenzufriedenheit nicht möglich sind.

Weiterhin lassen einige Untersuchungen unter Verwendung des OHIP-G eine Verbesserung der mundgesundheitsbezogenen Lebensqualität durch die Anfertigung doppelkronengestützter Prothesen erkennen.

Dies deckt sich mit den Ansichten von Heydecke, der feststellte, dass die Patientenzufriedenheit als Messwerkzeug zwar nicht den Einfluss auf das Wohlbefinden einer Person als Ganzes beschreiben kann, aber dennoch eine sehr gute Ergebnisvariable für den Vergleich prothetischer Restaurationen darstellt [57]. Wünschenswert wäre daher die breite Nutzung der entwickelten validierten Fragebögen, welche die Vergleichbarkeit mit anderen Studien erleichtert.

Um gleichzeitig aber auch den spezifischen, detailliert auf die Studie abgestimmten Fragestellungen innovativer prothetischer Behandlungsmethoden Rechnung tragen zu können, wäre auch die kombinierte Anwendung solcher Fragebögen mit vorhandenen Fragebögen vorstellbar.

## 5.5 Schlussfolgerung

Ziel der vorliegenden prospektiven klinischen Studie war die Evaluation des klinischen Langzeitverhaltens und der Patientenzufriedenheit von metallfreien Konusprothesen. Dazu wurden keramische Primärkronen mit Sekundärkronen und Prothesengerüsten aus faserverstärktem Kunststoff (Vectris<sup>®</sup>) kombiniert. Als Kontrollgruppe dienten keramische Primärkronen mit Sekundärkronen aus Galvanogold und metallischen Gerüsten.

Als Ergebnis der Nachuntersuchungen fand sich eine hohe Reparaturanfälligkeit des hergestellten Zahnersatzes.

Bei ca. 90% der Prothesen und ca. 10 % der keramischen Primärkronen traten Schäden im fünfjährigen Beobachtungszeitraum auf. Die Prothesenretention und die Gerüststabilität zeigten bei der Kontrollgruppe ein deutlich besseres klinisches Langzeitverhalten als die Prothesen aus Glasfaserverbundstoff. Letztere können daher als Therapiemittel nicht empfohlen werden.

Die hohe Schadensrate der keramischen Primärkronen ist eindeutig auf die verwendete fragile Glaskeramik zurückzuführen. Es wird daher eine ausschließliche Verwendung der hochfesten Zirkonoxid-Keramik empfohlen.

Somit bedarf die Realisation einer klinisch verlässlichen metallfreien Konusprothese noch weiterhin erheblichen Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Insbesondere die Substitution von galvanogeformten Feingoldmatrizen stellt eine große Herausforderung dar.

Sinnvoll erscheint für künftige Studien jedoch die Verwendung eines prospektiven Studiendesigns mit geeigneteren Gruppengrößen und randomisierter Zuteilung der Probanden zu Test- und Kontrollgruppe, um eine umfassendere statistische Auswertung zu ermöglichen.

Die Ergebnisse der Patientenbefragung über die Zufriedenheit mit den eingesetzten Konusprothesen sind bemerkenswert, da die Patienten trotz der hohen Reparaturanfälligkeit hochzufrieden waren.

Dies ist vermutlich durch die grundsätzlich hohe klinische Bewährung von Konusprothesen zu erklären.

## 6 Zusammenfassung

Konuskronen verankerter Zahnersatz hat sich seit mehreren Jahrzehnten als hervorragende Therapieform zur Versorgung des reduzierten Restgebisses bewährt und verbindet zahlreiche Vorteile des festsitzenden mit denjenigen des herausnehmbaren Zahnersatzes.

Vor dem Hintergrund einer steigenden Relevanz ästhetischer Versorgung sowie einer größer werdenden Ablehnung der Patienten hinsichtlich der Verwendung metallischer Werkstoffe, gewann das Ziel, auch kombiniert festsitzend-herausnehmbaren Zahnersatz metallfrei zu fertigen, zunehmend an Bedeutung.

Ziel der vorliegenden prospektiven klinischen Studie war die Evaluation des klinischen Langzeitverhaltens von keramischen Primärkronen aus IPS Empress 2<sup>®</sup> kombiniert mit Sekundärkronen und Prothesengerüsten aus faserverstärktem Kunststoff (Vectris<sup>®</sup>) sowie die Untersuchung der Patientenzufriedenheit.

Als Kontrollgruppe dienten keramische Primärkronen mit Sekundärkronen aus Galvanogold und metallischen Gerüsten.

Dazu wurden 29 Patienten mit insgesamt 37 Konusprothesen auf 165 keramischen Primärkronen versorgt, 27 (73%) Prothesen entfielen auf die Kontrollgruppe und 10 (27%) Prothesen auf die Testgruppe.

Eingebunden in ein Recall-System, wurden die Patienten in halbjährigen Abständen über einen Zeitraum von 5 Jahren nachuntersucht.

Zur Evaluation der Patientenzufriedenheit erhielten die Studienteilnehmer jeweils vor Therapiebeginn, nach Fertigstellung der Konusprothesen und im einjährigen Abstand einen Fragebogen. Die Zeit unter Risiko betrug durchschnittlich  $59 \pm 22$  Monate (min. 16, max. 96 Monate), Befragungen hinsichtlich der Patientenzufriedenheit wurden über  $46 \pm 18$  Monate durchgeführt (min. 15, max. 66 Monate).

Beide Gruppen zeigten eine vergleichbar hohe Reparaturanfälligkeit. 88,9% der Restaurationen in der Kontrollgruppe, sowie 90% der Restaurationen in der Testgruppe mussten mindestens einmal instand gesetzt werden (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,121$ ). Auch das Schadensrisiko der vollkeramischen Primärkronen zeigte keine statistischen Unterschiede (Testgruppe: 10,81%; Kontrollgruppe: 10,16%; exakter Fisher-Test,  $p > 0,05$ ).

Die Häufigkeit einer Neuanfertigung der Konusprothese war bei der Test-Gruppe (40%) höher als bei der Kontroll-Gruppe (14,8%), ein statistisch signifikanter Unterschied war zwischen beiden Gruppen nicht nachzuweisen (exakter Fisher-Test,  $p = 0,16$ ).

Die Erfolgsrate zeigte in Abhängigkeit der Zeit unter Risiko jedoch ab 2,5 Jahren schlechtere Werte bei metallfreien Prothesen als bei der Kontrollgruppe, nach etwa 5 Jahren nahm dieser Unterschied deutlich zu (Kontrollgruppe: 86%, Testgruppe: 24%) und unterschied sich statistisch signifikant (Log-Rank-Test,  $p=0,041$ ).

Bei drei der 128 Galvano-Matrizen kam es zu einer Beschädigung an den Sekundärstrukturen, bei 9 von 37 Matrizen aus glasfaserverstärktem Kunststoff trat ein Schaden auf. Dieser Unterschied war statistisch hochsignifikant und belegt, dass Vectris<sup>®</sup>-Mesostrukturen eher zum Versagen neigen als Galvano-Sekundärkronen (exakter Fisher-Test,  $p = 0,00008$ ).

Im Gegensatz zu den durchaus unterschiedlichen klinischen Ergebnissen und den unbefriedigend hohen Reparaturzahlen war die Patientenzufriedenheit mit den jeweiligen Studienprothesen für beide Gruppen vergleichbar gut. Zu keinem Zeitpunkt zeigte sich eine relevante Personenzahl in einer der Gruppen mit dem erhaltenen Zahnersatz unzufrieden. So war in der Testgruppe initial lediglich eine Person unzufrieden, änderte diese Einstellung jedoch im Rahmen der weiteren Kontrollen. Eine weitere Person war anfangs zufrieden, dann vorübergehend unzufrieden, um im Weiteren erneut ihre Zufriedenheit zu äußern. Für die Metallgruppe ergab sich lediglich in der letzten Nachkontrolle eine Person, die unzufrieden mit dem Zahnersatz war. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen waren somit zu keinem Zeitpunkt nachzuweisen (exakter Fisher-Test, alle  $p > 0,05$ ).

Die vorliegende Untersuchung bestätigt, dass sich die Verwendung keramischer Primärkronen in Doppelkronenrestorationen prinzipiell bewährt und die Anforderungen an die gestellten Parameter wie Haftkraftstabilität, Biokompatibilität und Ästhetik erfüllt. Jedoch weist die Lithiumdisilikat-Glaskeramik IPS Empress 2<sup>®</sup> eine unzureichende Stabilität auf, für diesen Indikationsbereich sind daher ausschließlich hochfeste Zirkoniumdioxid-Keramiken zu empfehlen. Mit diesem Material ist ein wesentlich geringeres Reparaturrisiko zu erwarten.

Als Matrizenwerkstoff zeigten galvanogeformte Sekundärkappen sehr gute klinische Ergebnisse. Die hohe Passungspräzision, welches durch die intraorale Fügung erreicht wird, gewährleistet eine ideale Lagerung des Zahnersatzes und reduziert kinetikbedingte Schäden auf ein Minimum.

Das Ziel der Untersuchung, die dauerhafte klinische Bewährung metallfreier Konusprothesen aus dem Glasfaserverbundmaterial Vectris® nachzuweisen, konnte nicht erreicht werden.

Die Ergebnisse dieser prospektiven klinischen Studie belegen eine Überlegenheit der metallischen Konusprothese.

Somit bedarf die Realisation einer klinisch verlässlichen metallfreien Konusprothese noch erheblichen Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Insbesondere die Substitution von galvanogeformten Feingoldmatrizen stellt eine große Herausforderung dar.

## 7 Summary

Conical crown retained removable partial dentures have been established in dentistry since a long time as an excellent treatment procedure for patients with a markedly reduced number of teeth. These restorations combine the advantages of fixed prosthodontics with those of removable dentures. With a preference to aesthetic restoration and patients rejecting the use of metallic materials, the purpose becomes increasingly important to produce metal-free combined fixed and removable partial dentures.

This study was aimed to evaluate the long-term behaviour of primary crowns made of the ceramic IPS Empress 2<sup>®</sup> and of metal-free produced secondary crowns and frameworks made of the fiber-reinforced composite Vectris<sup>®</sup>, and subsequently to evaluate the satisfaction of the patient.

On the control group primary crowns of ceramic, galvano formed secondary crowns and metal-frameworks were used. For this purpose, 29 patients were treated with a total of 37 prostheses on 165 primary crowns. Of these, 27 (73%) accounted of the control group and 10 (27%) of the test group .

Integrated in a recall system, the patients have been appointed to the follow-up examinations every 6 months over an observation time up to 5 years.

In order to evaluate their satisfaction, patients were asked to answer a questionnaire before and after treatment and once a year during the research.

The mean observation time was  $59 \pm 22$  months (minimal 16, maximum 96 months). Terms of patient satisfaction surveys were conducted over  $46 \pm 18$  months (min. 15, max. 66 months).

There was a comparable susceptibility to failures as the result of this study showed. 88,9% of the restorations in the control group and 90 % of the prostheses in the test group had to be repaired at least once during the observation period (Mann-Whitney-U-Test,  $p = 0,121$ ).

All ceramic primary crowns showed no statistical differences to risk of damages. (Test group: 10,81%; control group: 10,16%; Fisher`s exact test,  $p > 0,05$ ).

In the test group (40%) the necessity of the new manufacture of the dentures and poorer values were observed, this in comparison with the control group(14,8%).

A statistically significant difference between the two groups was not noticeable (Fisher`s exact test,  $p = 0,16$ ).

However, the analysis of the prosthesis success relative to the follow-up period showed from 2.5 years poorer values for the metal-free prostheses than for the control group. This difference increased significantly after about 5 years (control group: 86%, test group: 24%), and was also statistically significant (log rank test,  $p=0,041$ ).

Damages could be assessed in three of the 128 galvanoformed matrices and nine of the 37 secondary crowns made of the fiber-reinforced composite. Statistically this difference was highly significant and shows that Vectris®-mesostructures are more prone to failure as galvano-secondary crowns (Fisher's exact test,  $p= 0,00008$ ).

In contrast to the entirely different clinical results and the unsatisfactory high number of repairs, patient satisfaction with the restorations was comparably high in both groups. At no time a relevant number of people were dissatisfied in any group with the prosthesis. Just one person was initially unhappy in the test group but changed this setting in the context of further controls. Another person was initially satisfied, dissatisfied temporarily in order to re-express his satisfaction later on. One other person in the control group was discontented with the prosthesis in the final follow-up examination. Statistically, at no time, any significant differences between the groups could be demonstrated (Fisher's exact test, all  $p > 0,05$ ).

This study confirms that ceramic primary crowns in double crown restorations have proved themselves and fulfill all the requirements for the supplied parameters, such as adhesion stability, bio-compatibility and aesthetics. However, the Lithium-disilicate glass-ceramic IPS Empress 2® proved that it had an insufficient stability and that exclusively high-strength zirconia ceramics should be recommended for this indication. Very little repairs can be expected with this material.

Galvano-formed secondary crowns showed very good clinical results.

The high accuracy of fitting, which is achieved by the intra-oral luting procedure, ensures an ideal placing of the restoration and minimizes negative effects caused by kinetic problems.

The aim of the study, to fabricate metal-free double crown retained partial dentures using the glass-fiber composite Vectris®, could not be achieved satisfactorily.

In fact, both clinical and statistic data indicated the superiority of the restorations made by metal framework and galvano-formed secondary crowns.

A lot of studies are required in future to develop clinically reliable metal-free double crown retained partial dentures. In particular, the substitution of galvano-formed secondary crowns represents a major challenge.

## 8 Literatur

- 1 Adamczyk E, Spiechowicz E: Plaque accumulation on crowns made of various materials. *Int J Prosthodont* 3, 285-291 (1990)
- 2 Akin H, Turgut M, Coskun ME: Restoration of an anterior edentulous space with a unique glass fiber-reinforced composite removable partial denture: a case report. *J Esthet Restor Dent* 19, 193-197 (2007)
- 3 Allen PF, McMillan AS, Locker D: An assessment of sensitivity to change of the Oral Health Impact Profile in a clinical trial. *Community Dent Oral Epidemiol* 29, 175-182 (2001)
- 4 Atchison KA, Dolan TA: Development of the Geriatric Oral Health Assessment Index. *J Dent Educ* 54, 680-687 (1990)
- 5 Awad MA, Feine JS: Measuring patient satisfaction with mandibular prostheses. *Community Dent Oral Epidemiol* 26, 400-405 (1998)
- 6 Awad MA, Locker D, Korner-Bitensky N, Feine JS: Measuring the effect of intra-oral implant rehabilitation on health-related quality of life in a randomized controlled clinical trial. *J Dent Res* 79, 1659-1663 (2000)
- 7 Becker H: Untersuchung der Abzugskräfte abnehmbarer Teleskopprothesen. *Zahnärztl Prax* 33, 153 (1982)
- 8 Becker H: Das Haftverhalten teleskopierender Kronen. *Zahnärztl Welt* 91, 48 (1982)
- 9 Behr M, Hofmann E, Rosentritt M, Lang R, Handel G: Technical failure rates of double crown-retained removable partial dentures. *Clin Oral Invest* 4, 87-90 (2000)
- 10 Behr M, Rosentritt M: Fiber-reinforced composite crowns and FDPs: A clinical report. *Int J Prosthodont* 16, 239-43 (2003)
- 11 Berg E: The influence of some anamnestic, demographic, and clinical variables on patient acceptance of new complete dentures. *Acta Odontol Scand.* 42, 119-127 (1984)
- 12 Bergendal T, Ekstrand K, Karlsson U: Evaluation of implant-supported carbon/graphite fiber-reinforced poly (methyl methacrylate) prostheses. *Clin Oral Impl Res* 6, 246-253 (1995)
- 13 Bergman B, Carlsson GE: Review of 54 complete denture wearers. Patients' opinions 1 year after treatment. *Acta Odontol Scand* 30, 399-414 (1972)

- 14 Bergman B, Ericson A, Molin M: Klinische Langzeitergebnisse zur Versorgung mit über Konuskronen verankerten Teilprothesen. *Quintessenz* 48, 779-792 (1997)
- 15 Bergman B, Hugoson A, Olsson CO: A 25 year longitudinal study of patients treated with removable partial dentures. *J Oral Rehabil* 22, 595-599 (1995)
- 16 Besimo C, Graber G, Schaffner Th: Hybridprothetische implantatgetragene Suprastrukturen im zahnlosen Unterkiefer. *ZWR* 100, 12-16, 70-76 (1991)
- 17 Blickle W, Niederdellmann H, Dehen M: Konuskronen in der Implantatprothetik. *Z Zahnärztl Implantol* 6, 246-249 (1990)
- 18 Blickle W, Niederdellmann H, Schwarzer J: Stabilität enossaler Implantate bei primärer und sekundärer Verblockung. *Z Zahnärztl Implantol* 7, 116-120 (1991)
- 19 Bohlsen F, Kern M: Clinical outcome of glass fiber-reinforced crowns and fixed partial dentures: a three year retrospective study. *Quintessence Int* 34, 493 (2003)
- 20 Böttger H: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Prothetik. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 1973
- 21 Böttger H: Langjährige Erfahrungen mit dem Teleskopsystem und der heutige Stand der Technik. *Österr Z Stomatol* 66, 162-167 (1969)
- 22 Bridgeman J, Marker V, Hummel S, Benson B: Comparison of titanium and cobalt-chromium removable partial denture clasps. *J Prosthet Dent* 78, 187-193 (1997)
- 23 Burke FJ: Tooth fracture in vivo and in vitro. *J Dent* 20, 131-139 (1992)
- 24 Burns DR, Unger JW, Elswick RK, Beck DA: Prospective clinical evaluation of mandibular implant overdentures: Part I – retention, stability, and tissue response. *J Prosthet Dent* 73, 354-363 (1995)
- 25 Carlsson GE: Clinical morbidity and sequelae of treatment with complete dentures. *J Prosthet Dent* 79, 17-23 (1998)
- 26 Coca I, Lotzmann U, Pöggeler R: Long-term experience with telescopically retained overdentures (Double crown technique). *Eur J Prosthodont Restor Dent* 8, 33-37 (2000)
- 27 Coca I, Wisser W, Prischer K, Lotzmann U: Langzeiterfahrungen mit magnetgehaltenen Prothesen (Dyna-System). *ZWR* 109, 301-307 (2000)

- 28 Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A: Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int* 39, 117-129 (2008)
- 29 Dong JK, Luthy H, Wohlwend A, Schärer P: Heat-pressed ceramics: technology and strength. *Int J Prosthodont* 5, 9-16 (1992)
- 30 Duncan JP, Freilich MA, Latvis CJ: Fiber-reinforced composite framework for implant-supported overdentures. *J Prosthet Dent* 84, 200-204 (2000)
- 31 Eichner K, Kappert HF: Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung Band 1. Thieme Verlag, Heidelberg 2000, 326-329
- 32 Eisenburger M, Gray G, Tschernitschek H: Long-term results of telescopic crown retained dentures- a retrospective study. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 8, 87-91 (2000)
- 33 Eisenburger M, Tschernitschek H: Klinisch-technischer Vergleich zu Langzeiterfolgen von klammerverankertem Zahnersatz und Teleskop-Prothesen. *Dtsch Zahnärztl Z* 53, 257-259 (1998)
- 34 Engel GL: The need for a new medical model: a challenge for biomedicine. *Science* 196, 129-136 (1977)
- 35 Engel GL: The clinical application of the biopsychosocial model. *Am J Psychiatry* 137, 535-544 (1980)
- 36 Ericson A, Nilsson B, Bergman B: Klinische Langzeitergebnisse zur Versorgung mit über Konuskronen verankerten Teilprothesen. *Quintessenz* 48, 779-792 (1997)
- 37 Ericson A, Nilsson B, Bergman B: Klinische Resultate bei Patienten, die mit Konuskronen-getragenen Restaurationen versorgt wurden. *Quintessenz* 8, 1237-1252 (1991)
- 38 Ettinger RL, Jakobsen JR: A comparison of patient satisfaction and dentist evaluation of overdenture therapy. *Community Dent Oral Epidemiol* 25, 223-227 (1997)
- 39 Feine JS, Dufresne E, Boudrias P, Lund JP: Outcome assessment of implant-supported prostheses. *J Prosthet Dent* 79, 575-579 (1998)
- 40 Feinstein AR: *Clinimetrics*. Yale University Press, New Haven 1987, 94-95, 131, 141-189
- 41 Frank HG: Ein Beitrag zur Vermeidung von Misserfolgen mit Teleskopprothesen im stark reduzierten Restgebiß. *Dtsch Zahnärztl Z* 23, 361-365 (1968)

- 42 Freesmeyer WB: Klinische Prothetik, Band 2 Hüthig GmbH, Heidelberg, 1999
- 43 Freilich MA, Meiers JC, Duncan JP, Eckrote KA, Goldberg AJ: Clinical evaluation of fiber-reinforced fixed bridges. *J Am Dent Assoc* 133, 1524-1534 (2002)
- 44 Frisch E, Pehrsson K, Jacobs HG: Die implantatprothetische Versorgung des zahnlosen Unterkiefers mittels teleskopierender Konstruktionen. *Z Zahnärztl Implantol* 11, 63-67 (1995)
- 45 Gernet W, Adam P, Reither W: Nachuntersuchungen von Teilprothesen mit Konuskronen nach K. H. Körber. *Dtsch Zahnärztl Z* 38, 998-1001 (1983)
- 46 Göhring TN, Möhrmann WH, Lutz F: Clinical and scanning electron microscopic evaluation of fiber-reinforced inlay fixed partial dentures: preliminary after one year. *J Prosthet Dent* 82, 662-668 (1999)
- 47 Göhring TN, Roos M: Inlay-fixed dentures adhesively retained and reinforced by glass fibers: clinical and scanning electron microscopy analysis after five years. *Eur J Oral Sci* 113, 60-69 (2005)
- 48 Grossmann AC, Hassel AJ, Schilling O, Lehmann F, Koob A, Rammelsberg P: Treatment with double crown-retained removable partial dentures and oral health-related quality of life in middle- and high-aged patients. *Int J Prosthodont* 20, 576-578 (2007)
- 49 Heidemann D: Die Mundhygiene beim älteren Patienten. In: Geurtsen W, Heidemann, D (Hrsg.): *Zahnerhaltung beim älteren Menschen*. Hanser, München 1993, 12
- 50 Heners M: Suprakonstruktion auf Implantaten beim zahnlosen Kiefer – Ergebnisse einer Fallkontrollstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 41, 1184-1188 (1986)
- 51 Heners M: Zahnerhaltende Prothetik durch gewebeintegrierende Konstruktionsweise. Teleskopsysteme als Halteelemente. *Zahnärztl Mitt* 80, 2340-2344 (1990)
- 52 Heners M, Walther W: Klinische Bewährung der Konuskrone als perioprothetisches Konstruktionselement – Eine Langzeitstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 43, 525-529 (1988)
- 53 Heners M, Walther W: Pfeilerverteilung und starre Verblockung – eine klinische Langzeitstudie. *Dtsch Zahnärztl Z* 43, 1122-1126 (1988)
- 54 Heners M, Walther W: Die Prognose von Pfeilerzähnen bei stark reduziertem Restzahnbestand. *Dtsch Zahnärztl Z* 45, 579-581 (1990)

- 55 Hertrampf K, Wenz HJ, Lehmann KM: Hat die resiliente Lagerung von doppelkronenverankerten Teilprothesen eine Indikation? Spitta Verlag, 2002
- 56 Heurich T, Weigl P, Lauer HC: Tensile bond strength of luted components under simulated intraoral conditions. *J Dent Res* 77, 638 (1998)
- 57 Heydecke G: Patientenzufriedenheit als Ergebnisgrösse in klinischen Studien zur Mundgesundheit. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 112, 330-336 (2002)
- 58 Heydecke G: Patientenbasierte Messgrössen: Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 112, 605-611 (2002)
- 59 Hlatky MA: Patient preferences and clinical guidelines. *JAMA* 273, 1219-1220 (1995)
- 60 Hofmann E, Behr M, Handel G: Frequency and costs of technical failures of clasp- and double crown-retained removable partial dentures. *Clin Oral Investig Jun* 6,104-108 (2002)
- 61 Höland W: Pressbare Glaskeramiken: IPS Empress<sup>®</sup> und IPS Empress 2<sup>®</sup>. *Quintessenz Zahntechnik* 26, 723-731 (2000)
- 62 Hulten J, Tillström B, Nilner K: Long-term clinical evaluation of conical crown retained dentures. *Swed Dent J* 17, 225-234 (1993)
- 63 Igarashi Y, Goto T: Ten-year follow-up study of conical crown-retained dentures. *Int J Prosthodont* 10, 149-155 (1997)
- 64 Janko S, Weigl P, Lauer HC: Long term behaviour of intraoral adhered rigid taper crown anchorage. *J Dent Res* 77, 1241 (1998)
- 65 Janko S: Prospektive klinische Studie von intraoral gefügtem doppelkronengestütztem Zahnersatz. *Med Diss, Frankfurt* 2002
- 66 John MT: Mundgesundheitsbezogene Lebensqualität (MLQ). *Zahnärztl Mitt* 95, 68-72 (2005)
- 67 John MT, Micheelis W, Biffar R: Einflussfaktoren mundgesundheitsbezogener Lebensqualität. *Dtsch Zahnärztl Z* 59, 328-333 (2004)
- 68 John MT, Patrick DL, Slade GD: The German version of the Oral Health Impact Profile-translation and psychometric properties. *Eur J Oral Sci* 110, 425-433 (2002)
- 69 John MT, Slade GD, Szentpétery A, Setz JM: Oral health-related quality of life in patients treated with fixed, removable, and complete dentures 1 month and 6 to 12 months after treatment. *Int J Prosthodont* 17, 503-511 (2004)

- 70 Jokstad A, Orstavik J, Ramstad T: A definition of prosthetic dentistry. *Int J Prosthodont* 11, 295-301 (1998)
- 71 Jones JA, Kressin NR, Miller DR, Orner MB, Garcia RI, Spiro A: Comparison of patient-based oral health outcome measures. *Quality of Life Research* 13, 975-985 (2004)
- 72 Kelly JR: Developing meaningful systematic review of CAD/CAM reconstructions and fiber-reinforced composites. *Clin Oral Implants Res* 18, 205-217 (2007)
- 73 Köhler KC: Klinische Nachuntersuchung zur Langzeitbewahrung von konuskronenverankertem herausnehmbarem Zahnersatz. *Med Diss, Frankfurt* 2002
- 74 Körber E: Ergebnisse aus Nachuntersuchungen bei Trägern von Teilprothesen. *Zahnärztl Mitt* 7, 403-408 (1977)
- 75 Körber K, Körber S, Ludwig K: Experimentelle Untersuchungen über den Versteifungseffekt von faserverstärkten Brückengerüsten Vectris nach Vollverblendung mit Ceromere Targis. *Quintessenz Zahntech* 22, 1343-1354 (1996)
- 76 Körber KH: *Konuskronen*. 6. Auflage, Hüthig Verlag, Heidelberg, 1988
- 77 Kothe K, Balkenhol M, Wickop H, Wöstmann B, Ferger P: Orale Gesundheit und Lebensqualität vor und nach prothetischer Versorgung. *Dtsch Zahnärztl Z* 58, 603-605 (2003)
- 78 Krauß A, Forster J, Gerds T, Strub JR: Implantologische und prothetische Erfolgsraten von Hybridprothesen zweier verschiedener Implantatsysteme. *Dtsch Zahnärztl Z* 56, 680-684 (2001)
- 79 Krennmair G, Krainhöfner M, Waldenberger O, Piehslinger E: Dental Implants as strategic supplementary abutments for implant-tooth-supported telescopic crown-retained maxillary dentures: A retrospective follow-up study for up to 9 years. *Int J Prosthodont* 20, 617-22 (2007)
- 80 Langner J: Kronen- und Brückenkunststoffe Targis und Vectris. *Quintessenz Zahntech* 23, 631-646 (1997)
- 81 Lauer HC, Ottl P, Ficker E, Weigl P: Kaukraftmessungen an unterschiedlich verankerten Teilprothesen. *Dtsch Zahnärztl Z* 47, 482-485 (1992)
- 82 Lauer HC, Ottl P, Weigl P: Kronen und Brücken aus Vollkeramik. In: Heidemann D (Hrsg.): *Deutscher Zahnärzte Kalender*, Hanser, München 1996, 117-141

- 83 Lauer HC, Ottl P, Weigl P: Parodontologie und Prothetik. In: Heidemann D (Hrsg.): Praxis der Zahnheilkunde, Bd. 4. Parodontologie, Urban & Schwarzenberg, München 1997, 313
- 84 Loose M, Rosentritt M, Leibrock A, Behr M, Handel G.: In-vitro study of fracture strength and marginal adaptation of fiber-reinforced composite versus all-ceramic fixed partial dentures. *Eur J Prosthodont Restorative Dent* 27, 55 (1998)
- 85 Ludwig K, Behrens E: Untersuchungen zur Verbundfestigkeit eines innovativen Verblendsystems mit dem Ceromer Targis. *Quintessenz Zahntech* 23, 1359-1368 (1997)
- 86 Luzi C: Die Steg-Geschiebe-Prothese – Nachuntersuchungen nach längerer Tragezeit. *Schweiz Mschr Zahnheilk* 84, 261-290 (1974)
- 87 Lynch CD, MacGillycuddy CT, O’Sullivan VR: Pierre Fauchard and his role of obturators. *Br Dent J* 199, 603-605 (2005)
- 88 MacEntee MI, Walton JN, Glick N: A clinical trial of patient satisfaction and prosthodontic needs with ball and bar attachments for implant-retained complete overdentures: Three-year results. *J Prosthet Dent* 93, 28-37 (2005)
- 89 Manicone PF, Rossi Iommetti P, Raffaelli L: An overview of zirconia ceramics: basic properties and clinical applications. *J Dent* 35, 819-826 (2007)
- 90 McDowell I, Newell C: *Measuring Health*, Oxford University Press, New York 1996, 11-46
- 91 Meyer E: Die Bewährung von Stegverbindungen, Teleskopkronen und Kugelknopfankern im stark reduzierten Gebiss. *Dtsch Zahnärztl Z* 38, 1011-1115 (1983)
- 92 Micheelis W: Ziele der Zahnärztlichen Therapie. *Dtsch Zahnärztl Z* 59, 295-296 (2004)
- 93 Molzberger M, Janko S, Weigl P, Bauer A, Lauer HC: Klinisch resultierende Haftkraft von metallfreien zahn-implantatgestützten Konusprothesen. Poster Tagung DGZPW 2001
- 94 Monaco C, Ferrari M, Miceli GP, Scotti R: Clinical evaluation of fiber-reinforced composite inlay FPDs. *Int J Prosthodont* 16, 319-325 (2003)
- 95 Neubarth C, Bischoff H: Amelogenesis imperfecta – Chancen mit einem neuen Material. *Quintessenz* 48, 1205-1216 (1997)
- 96 Nickenig A, Friedrich R, Kerschbaum T.: Steg-Gelenk- vs. Teleskop-Prothese im reduzierten Restgebiß. *Dtsch Zahnärztl Z* 48, 566-569 (1993)

- 97 Nickenig A, Kerschbaum T: Langzeitbewahrung von Teleskop-Prothesen. Dtsch Zahnärztl Z 50, 753-755 (1995)
- 98 Nickenig H, Spiekermann H, Wichmann M, Schlegel KA, Eitner S: Survival and complication rates of combined tooth-implant-supported fixed and removable partial dentures. Int J Prosthodont 21, 131-137 (2008)
- 99 Ohkawa S, Okane H, Nagasawa T, Tsuru H: Changes in retention of various telescope crown assemblies over long-term use. J Prosthet Dent 64, 153 (1990)
- 100 Pascoe GC: Patient Satisfaction in Primary Health Care: A Literature Review and Analysis. Eval Program Plann 6, 185-210 (1983)
- 101 Prischer K: Klinische Nachuntersuchung magnetretinierter Hybridprothesen. Med Diss, Marburg 2001
- 102 Reppel PD, Sauer G: Bewahrung von kombiniert-fest eingliederbar-herausnehmbarem Zahnersatz – Ergebnisse einer Nachuntersuchung. Zahnärztl Welt Ref 93, 112-119 (1984)
- 103 Richter EJ: Die prothetische Versorgung des stark reduzierten Restgebisses. Overdenture/ Coverdenture. Ein Therapiekonzept. Phillip Journal 9, 269-279 (1992)
- 104 Rösch R, Mericske-Stern R: Zirkoniumdioxid in der abnehmbaren Prothetik. Schweiz Monatsschr Zahnmed 118, 959-966 (2008)
- 105 Ross CK, Steward CA, Sinacore JM: A Comparative Study of Seven Measures of Patient Satisfaction. Med Care 33, 392-406 (1995)
- 106 Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hämmerle CH, Zwahlen M: A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. Clin Oral Implants Res 20, 4-31 (2009)
- 107 Schaller C, Richter EJ: Verankerungselemente für implantatgestützten Zahnersatz im zahnlosen Kiefer. Implantologie 4, 353 (2000)
- 108 Simon J: Einfluß von Werkstoff, Kaukraft und Verschleiß auf die Haftkraft von Konuskronen – eine in vitro-Untersuchung. Med Diss, Frankfurt 1998
- 109 Simonis A, Freesmeyer WB: Benzing U, Setz J: Plaqueanlagerung an galvano-keramischen Kronen. Dtsch Zahnärztl Z 44, 793 (1989)
- 110 Slade GD, Spencer AJ: Development and evaluation of the Oral Health Impact Profile. Community Dent Health 11, 3-11 (1994)
- 111 Slade GD: Measuring Oral Health and Quality of Life. University of North Carolina, Dental Ecology, Chapel Hill 1997, 47-160

- 112 Spiekermann H: Nachuntersuchungen von Modellgussprothesen nach vierjähriger Tragzeit. Dtsch Zahnärztl Z 30, 689-691 (1975)
- 113 Stark H, Schrenker H: Bewährung teleskopverankerter Prothesen – eine klinische Langzeitstudie. Dtsch Zahnärztl Z 53, 183-186 (1998)
- 114 Streiner DL, Norman GR: Health Measurement Scales. Oxford University Press, New York 1995, 28-53, 144-162
- 115 Strub JR: Vollkeramische Systeme. Dtsch Zahnärztl Z 47, 566-571 (1992)
- 116 Studer S, Lehner C, Schärer P: Seven year results of leucite-reinforced glass-ceramic inlay and onlays. J Dent Res 77, 803 (1998)
- 117 Stüttgen U: Experimentelle Untersuchung zum Verschleißverhalten der dentalen Gusslegierungen Degulor M, Micro-Bond-NP und Wiron 77 unter spezieller Berücksichtigung d. Teleskopsystems. Dtsch Zahnärztl Z 38, 1024 (1983)
- 118 The Vita -Pt- technic. Dent Labor Munch 24, 831 (1976)
- 119 Trimpou G: Long-term clinical trial of implant retained double crown based overdentures by using prefabricated primary and secondary components of the Ankylos –implant system. Med Diss, Frankfurt 2006
- 120 Unlu N, Belli S: Three-year clinical evaluation of fiber-reinforced composite fixed partial dentures using prefabricated pontics. J Adhes Dent 8, 183-188 (2006)
- 121 Vallittu PK: Survival rates of resin-bonded, glass fiber-reinforced composite fixed partial dentures with a mean follow-up of 42 months: a pilot study. J Prosthet Dent 91, 241-246 (2004)
- 122 Wagner B, Kern M: Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion: success rates, hygienic problems, and technical failures. Clin Oral Invest 4, 74-80 (2000)
- 123 Walther W, Heners M, Surkau S: Initialbefund und Tragedauer der transversalbügelfreien, gewebeintegrierten Konus-Konstruktion. Dtsch Zahnärztl Z 55 (2000)
- 124 Weaver M, Patrick DL, Markson LE, Martin D, Frederic I, Berger M: Issues in the measurement of satisfaction with treatment. Am J Manag Care 3, 579-594 (1997)
- 125 Weigl P, Kleutges D: Ein innovatives und einfaches Therapiekonzept für herausnehmbare Suprastrukturen mit neuem Halteelement. In: Weber H, Mönkemeyer UR (Hrsg.): Implantatprothetische Therapiekonzepte. Quintessenz, Karlsruhe 1998, 117-158

- 126 Weigl P: Intraoral adhering – a method improving accuracy of fit of rigid tapered crown anchorage on implants. Fédération Dentaire Internationale 82<sup>nd</sup> World Dental Congress, Vancouver 1994
- 127 Weigl P: Vollkeramische Primärkronen im Teleskopsystem. In: Heidemann D (Hrsg.): Deutscher Zahnärztekalendar, Hanser, München – Wien 1999, 51-76
- 128 Weigl P, Lauer HC: Advanced biomaterials used for a new telescopic retainer for removable dentures. J Biomed Mater Res 53, 337-347 (2000)
- 129 Wenz HJ, Hertrampf K, Sonnenschein A, Lehmann KM: Klinischer Langzeiterfolg bei doppelkronenverankerten Teilprothesen – Stellenwert der Doppelkrone mit Spielpassung. Quintessenz 53, 239-250 (2002)
- 130 Wenz HJ, Lehmann KM, Gente M, Hertrampf K: Perioprothetische Rekonstruktion des teilbezahnten Kiefers mit doppelkronenverankerten Teilprothesen. Quintessenz 50, 359-371 (1999)
- 131 Widbom T, Löfquist L, Widbom C, Söderfeldt B, Kronström M: Tooth-supported telescopic crown-retained dentures: An up to 9-year retrospective clinical follow-up study. Int J Prosthodont 17, 29-34 (2004)
- 132 Wissenschaftliche Dokumentation IPS Empress<sup>®</sup> 2, Wissenschaftlicher Dienst der Fa. Ivoclar, Schaan, Liechtenstein 1998
- 133 Wissenschaftliche Dokumentation Targis/Vectris<sup>®</sup>, Wissenschaftlicher Dienst der Fa. Ivoclar, Schaan, Liechtenstein 1998
- 134 Wohlwend A, Schärer P: Metallkeramik- und Vollkeramikrestorationen (I). Die Quintessenz 6, 981-991 (1990)
- 135 Wohlwend A, Schärer P: Die Empress-Technik – ein neues Verfahren zur Herstellung von vollkeramischen Kronen, Inlays und Facetten. Quintessenz Zahntech 16, 966-978 (1990)
- 136 Wöstmann B: Tragedauer von klammerverankerten Einstückgussprothesen im überwachten Gebrauch. Dtsch Zahnärztl Z 52, 100-104 (1997)
- 137 Wöstmann B, Balkenhol M, Weber A, Ferger P, Rehmann P: Long-term analysis of telescopic crown retained removable partial dentures: Survival and need for maintenance. J Dent 35, 939-45 (2007)
- 138 Yilmaz H, Aydin C, Gul BE: Flexural strength and fracture toughness of dental core ceramics. J Prosthet Dent 98, 120-128 (2007)





















## 9.2 Verwendete Aufklärungs-, Frage- und Untersuchungsbögen

### KLINISCHES LANGZEITVERHALTEN VON VOLLKERAMISCHEN PRIMÄRKRONEN AUS EMPRESS 2 MIT METALLISCHEN ODER METALLFREIEN PROTHESENGERÜSTEN AUS TARGIS/VECTRIS

#### PATIENTENINFORMATION UND EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

#### Offene klinische Untersuchung zur Erfassung von Effizienz und Patientenkomfort von konuskronengestütztem Zahnersatz auf vollkeramischen Primärkronen.

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

Sie zeigen freundlicherweise Interesse an unserer klinischen Untersuchung zur Erfassung von Effizienz und Patientenkomfort von konuskronengestütztem Zahnersatz auf vollkeramischen Primärkronen. Im folgenden werden Sie genau über den Zweck und die Vorgehensweise informiert.

#### Weshalb diese Studie?

Bei der geplanten Rekonstruktion handelt es sich um eine Standardtherapie, bei der eine zahn- und/oder implantatgetragene Doppelkronenkonstruktion auf Primärkronen aus Keramik zur Anwendung kommt. Lediglich das Material der herausnehmbaren Prothese, ein metallfreier Verbundfaserkunststoff, unterscheidet diesen Zahnersatz von herkömmlichen Prothesen. Dieser Werkstoff wird normalerweise für herkömmliche Kronen und Brücken benutzt und ist deswegen medizinisch geprüft und unbedenklich.

**Ablauf der Studie:**

Wenn Sie sich zur Teilnahme an dieser Studie bereit erklären, wird Ihre Prothese in Kombination mit der genannten Keramik hergestellt. Um die Effizienz und den Komfort langfristig beurteilen zu können, werden Sie in halbjährlichen Abständen fünf Jahre lang sehr sorgfältig nachuntersucht.

**Versicherungsschutz:**

Für alle Patienten besteht zum Ausgleich eines Vermögensschadens infolge einer studienbedingten Gesundheitsschädigung von seiten des Herstellers der für klinische Prüfungen gesetzlich vorgeschriebene Versicherungsschutz. Während der Dauer der klinischen Prüfung sollte eine andere medizinische Behandlung mit Ausnahme von Notfallsituationen nur im Einvernehmen mit dem Prüfarzt erfolgen. Bei Verdacht auf einen studienbedingten Gesundheitsschaden ist der behandelnde Prüfarzt sofort zu benachrichtigen, damit dieser in Ihrem Auftrag die Versicherung informieren kann. Die Versicherung wurde am 29. März 1999 bei der Allianz unter der Versicherungsnummer 6.002024.01 abgeschlossen.

Die Versicherungsbedingungen wurden ausgehändigt.

**Datenschutz:**

Die im Rahmen der Studie an Ihnen erhobenen Daten können aufgezeichnet und an den Auftraggeber (Sponsor) der klinischen Prüfung sowie an die zuständige Überwachungsbehörde weitergegeben werden. Eine Weitergabe erfolgt nur zu Zwecken der Prüfung und in der Regel ausschließlich in anonymer Form.

In keiner Publikation, die in Zusammenhang mit dieser Studie entsteht, werden Sie zu identifizieren sein. Sie können sich jedoch die Zustimmung zur Offenlegung Ihres Namens vorbehalten.

**Offene Fragen:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Erklärung des Patienten:**

Durch das Informationsgespräch mit meinem aufklärenden Arzt fühle ich mich ausreichend über die geplante Therapiemethode aufgeklärt. Alle noch offenen Fragen sind zu meiner Zufriedenheit besprochen worden. Ich bin mit der Anwendung der vorgeschlagenen Rehabilitation im Rahmen meiner Behandlung einverstanden.

Ich erkenne die sich für mich aus der Teilnahme an dieser klinischen Untersuchung ergebenden Anforderungen, die im Prüfplan festgelegt und mir vom Arzt erklärt worden sind, als verbindlich an und erkläre meine Bereitschaft, gewissenhaft an allen klinischen Nachkontrollen mitzuwirken und den ärztlichen Anweisungen des Prüfarztes zu folgen. Wenn ich die Teilnahme an der klinischen Untersuchung beenden möchte, werde ich mich mit dem Prüfarzt in Verbindung setzen.

Ich .....  
(Name, Vorname) (geb. am)

wohnhaft in .....  
(Straße, PLZ, Ort) (Telefon)

erkläre mich damit einverstanden, an der vorgenannten Studie teilzunehmen. Eine Kopie dieser Patienteninformation und Einverständniserklärung habe ich erhalten. Ich erkläre mich bereit, an den genannten ärztlichen Untersuchungen im Rahmen der Nachuntersuchungen teilzunehmen. Mit der Erklärung meines Einverständnisses gehe ich keine weiteren Verpflichtungen ein.

Ich weiß, daß ich meine Bereitschaft zur Teilnahme an dieser klinischen Anwendungsbeobachtung jederzeit auch ohne Angabe von Gründen zurückziehen kann und mir hieraus keine Nachteile entstehen.

Frankfurt am Main, den .....

Datum ..... Unterschrift des Patienten .....

Datum ..... Unterschrift des Arztes .....

**FRAGEBOGEN (1)**

DATUM: .....

**Patient:**

Prüfarzt: .....

1. Sind Sie im **allgemeinen zufrieden/unzufrieden** mit Ihrem Zahnersatz?

zufrieden     unzufrieden

**Fragen 2 bis 18 nur für Patienten, die mit einem herausnehmbaren Zahnersatz versorgt sind:**

2. Sind Sie zufrieden/unzufrieden mit der **Haftkraft** Ihres herausnehmbaren **Zahnersatzes**?

zufrieden     unzufrieden

3. Haben Sie das Gefühl, daß sich die **Haftkraft** des Zahnersatzes **verändert** hat?

nein

ja, schwächer geworden     ja, stärker geworden

4. Haben Sie das Gefühl, der **Zahnersatz löst sich zu leicht** beim Herausnehmen?

nein     manchmal     immer

5. Haben Sie das Gefühl, der **Zahnersatz löst sich zu schwer** beim Herausnehmen?

nein     manchmal     immer

6. Haben Sie das Gefühl, daß der **Zahnersatz** beim Sprechen oder Kauen **schaukelt** oder sich bewegt?

schaukelt     schaukelt nicht

7. Hatten Sie oder haben Sie irgendwelche **Schwierigkeiten** beim **Sprechen**?

ja     nein

Wenn ja, welcher Art?

.....

8. Wie beurteilen Sie den **Tragekomfort** Ihres Zahnersatzes?

sehr gut     gut     befriedigend     schlecht     sehr  
schlecht

9. Wie beurteilen Sie das **Aussehen** Ihres Zahnersatzes?

sehr gut     gut     befriedigend     schlecht     sehr  
schlecht

10. Hat Ihnen die **Reinigung** Ihrer eigenen Zähne/Implantate **Probleme** bereitet?

nein     ja, geringfügige     ja, große

Wenn ja, welcher Art?

.....

11. Wie können Sie mit Ihrem Zahnersatz **kauen**?

sehr gut  gut  befriedigend  schlecht  sehr  
schlecht

12. **Kauen** Sie gewöhnlich **auf beiden Seiten**?

ja  nein

13. Können Sie **harte Speisen** mit Ihren **Frontzähnen abbeißen**?

ja  nein

14. Können Sie einige **Speisen nicht kauen** und werden deshalb von Ihnen gemieden?

ja  nein

Wenn ja, welche  
Speisen?.....

15. **Knirschen** Sie mit Ihren Zähnen?

ja  nein

16. Haben Sie **Schmerzen** im **Gesicht** oder an den **Kiefergelenken**,

a) wenn Sie Ihren **Mund weit öffnen**? Ja  nein

b) wenn Sie **fest zusammenbeißen**? Ja  nein

c) wenn Sie **kauen**? Ja  nein

17. Haben Sie die Schmerzen aus Frage 16 schon einmal früher bemerkt?

ja  nein

Wenn ja, wann zum ersten  
Mal?.....

18. Wie oft nehmen Sie Ihre Prothese aus dem Mund? (Bitte eine Ziffer aus dem Code eintragen)

**generell: .....**

**bei auftretenden Problemen: .....**

**0 = nie**    **1 = 1 mal pro Tag**    **2 = weniger als 5 mal pro Tag**    **3 = mehr als 5 mal pro Tag**

**FRAGEBOGEN (2)**

DATUM: .....

**Patient:**

Prüfarzt: .....

1. Sind Sie im **allgemeinen zufrieden/unzufrieden** mit Ihrem neuen Zahnersatz?

zufrieden     unzufrieden 

2. Sind Sie zufrieden/unzufrieden mit der **Haftung** Ihres **Zahnersatzes**?

zufrieden     unzufrieden 

3. Haben Sie das Gefühl, der **Zahnersatz löst sich zu leicht** beim Herausnehmen?

ja     nein 

4. Haben Sie das Gefühl, der **Zahnersatz löst sich zu schwer** beim Herausnehmen?

ja     nein 

5. Haben Sie das Gefühl, daß der **Zahnersatz** beim Sprechen oder Kauen **schaukelt** oder sich bewegt?

schaukelt     schaukelt nicht 

6. Haben Sie irgendwelche **Schwierigkeiten** beim **Sprechen**?

ja     nein

Wenn ja, welcher Art?

.....

7. Wie beurteilen Sie den **Tragekomfort** Ihres Zahnersatzes?

sehr gut  gut  befriedigend  schlecht  sehr  
schlecht

8. Wie beurteilen Sie das **Aussehen** Ihres Zahnersatzes?

sehr gut  gut  befriedigend  schlecht  sehr  
schlecht

**FRAGEBOGEN (3, 4, 5, 6, 7)**

DATUM: .....

Patient:

Prüfarzt: .....

1. Sind Sie im **allgemeinen zufrieden/unzufrieden** mit Ihrem herausnehmbaren Zahnersatz?

zufrieden     unzufrieden 

2. Haben Sie das Gefühl, daß sich die **Haftkraft** des Zahnersatzes **verändert** hat?

nein ja, schwächer geworden     ja, stärker geworden 

3. Haben Sie das Gefühl, der **Zahnersatz löst sich zu leicht** beim Herausnehmen?

nein     manchmal     immer 

4. Haben Sie das Gefühl, der **Zahnersatz löst sich zu schwer** beim Herausnehmen?

nein     manchmal     immer 

5. Haben Sie das Gefühl, daß der **Zahnersatz** beim Sprechen oder Kauen **schaukelt** oder sich bewegt?

schaukelt     schaukelt nicht

6. Hatten Sie oder haben Sie irgendwelche **Schwierigkeiten** beim **Sprechen**?

ja  nein

Wenn ja, welcher Art?

.....

7. Wie beurteilen Sie den **Tragekomfort** Ihres Zahnersatzes?

sehr gut  gut  befriedigend  schlecht  sehr

schlecht

8. Wie beurteilen Sie das **Aussehen** Ihres Zahnersatzes?

sehr gut  gut  befriedigend  schlecht  sehr

schlecht

9. Hat Ihnen die **Handhabung** Ihrer neuen Prothese **Probleme** bereitet?

nein  ja, geringfügige  ja, große

Wenn ja, welcher Art?

.....

10. Hat Ihnen die **Reinigung** Ihrer eigenen Zähne/Implantate **Probleme** bereitet?

nein  ja, geringfügige  ja, große

Wenn ja, welcher Art?

.....

11. Wie können Sie mit Ihrem Zahnersatz **kauen**?

sehr gut  gut  befriedigend  schlecht  sehr

schlecht

12. **Kauen** Sie gewöhnlich **auf beiden Seiten**?

ja  nein

13. Können Sie **harte Speisen** mit Ihren **Frontzähnen abbeißen**?

ja  nein

14. **Können Sie** einige **Speisen nicht kauen** und werden deshalb von Ihnen gemieden?

ja  nein

Wenn ja, welche Speisen?

.....

15. **Knirschen** Sie mit Ihren Zähnen?

ja  nein

16. Haben Sie **Schmerzen** im **Gesicht** oder an den **Kiefergelenken**,

- a) wenn Sie Ihren **Mund weit öffnen**?      Ja       nein
- b) wenn Sie **fest zusammenbeißen**?      Ja       nein
- c) wenn Sie **kauen**?      Ja       nein

17. Wie oft nehmen Sie Ihre Prothese aus dem Mund? (Bitte eine Ziffer aus dem Code eintragen)

**generell: .....**

**bei auftretenden Problemen: .....**

**0** = nie    **1** = 1 mal pro Tag    **2** = weniger als 5 mal pro Tag    **3** = mehr als 5 mal pro Tag

18. Wenn Sie heute noch einmal die Wahl hätten – würden Sie sich für diese Art von Zahnersatz nochmals entscheiden?

ja       nein

Wenn nein, warum? .....

# 1. Sitzung

**PATIENT:**

Einverständniserklärung

**Datum:** .....

Anamnese

Befund

Fotodokumentation

OPG

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

oder PLI: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fließrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Fragebogen (1.)

HKP

## 2. Sitzung

**PATIENT:**

**Datum:** .....

### Zeitnahme:

- Abformung für Herstellung der Provisorien
- Präparation der Pfeilerzähne (Hohlkehle)
- Montage der Implantat-Abformpfosten (fakultativ)
- Abformung der Pfeiler mit konfektioniertem Abformlöffel
- Provisorische Kieferrelationsbestimmung
- Einzeichnung Mittellinie, Lachlinie
- Bestimmung Zahnfarbe, Zahnform
- arbiträre Oberkieferübertragung
- provisorische Versorgung

Benötigte Zeit in Stunden und Minuten: .....

### 3. Sitzung

**PATIENT:****Datum:** .....**Zeitnahme:**

- Einprobe der Koni
- Montage der Abutments (fakultativ)
- Einprobe des Tertiärgerüsts
- Definitive Zementierung der Primärkronen
- Definitive Montage der Abutments (fakultativ)
- Erneute Einprobe des Tertiärgerüsts
- Intraorales Verkleben der Feingold-Matrizen mit dem Tertiärgerüst
- Kieferrelationsbestimmung
- Schleimhautabformung

Benötigte Zeit in Stunden und Minuten: .....

Benötigte Zeit in Stunden und Minuten:

- Wachseinprobe .....
- Provisorische Versorgung .....

Klinisches Langzeitverhalten von Empress 2 als vollkeramische Primärkrone

---

**4. Sitzung**  
(Eingliederung der Prothese)

**PATIENT:**

**Datum:** .....

Benötigte Zeit in Stunden und Minuten:

Einprobe der Suprastruktur  
und okklusale Feinjustierung .....

# 5. Sitzung

(Kontrolle nach Eingliederung)

**PATIENT:**

Fotodokumentation

**Datum:** .....

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden

Haftkraftmessung .....

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Fragebogen (2.)

Abformung (Alginat)

Benötigte Zeit in Stunden und Minuten:

- Behandlung Druckstelle .....

- Okklusale Feinjustierung .....

# 1. Nachuntersuchung PATIENT: (6 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fliessrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden

Unterfütterung erforderlich ?     Ja     Nein

Besondere Vorkommnisse .....

Klinisches Langzeitverhalten von Empress 2 als vollkeramische Primärkrone

## 2. Nachuntersuchung PATIENT: (12 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Fotodokumentation

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fliessrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Klinisches Langzeitverhalten von Empress 2 als vollkeramische Primärkrone

- Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden
- Unterfütterung erforderlich ?     Ja     Nein
- Haftkraftmessung .....
- Abformung (Alginat)
- Fragebogen (3.)
- Besondere Vorkommnisse .....

### 3. Nachuntersuchung PATIENT: (18 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fließrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden

Unterfütterung erforderlich ?     Ja     Nein

Besondere Vorkommnisse .....

## 4. Nachuntersuchung PATIENT: (24 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Fotodokumentation

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fliessrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Klinisches Langzeitverhalten von Empress 2 als vollkeramische Primärkrone

- Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden
- Unterfütterung erforderlich ?     Ja     Nein
- Haftkraftmessung .....
- Abformung (Alginat)
- Fragebogen (4.)
- Besondere Vorkommnisse .....

## 5. Nachuntersuchung PATIENT: (30 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fliessrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden

Unterfütterung erforderlich ?     Ja     Nein

Besondere Vorkommnisse .....

## 6. Nachuntersuchung PATIENT: (36 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Fotodokumentation

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fließrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Klinisches Langzeitverhalten von Empress 2 als vollkeramische Primärkrone

- Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden
- Unterfütterung erforderlich ?     Ja     Nein
- Haftkraftmessung .....
- Abformung (Alginat)
- Fragebogen (5.)
- Besondere Vorkommnisse .....

## 7. Nachuntersuchung PATIENT: (42 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-FlieSSrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden

Unterfütterung erforderlich?     Ja     Nein

Besondere Vorkommnisse .....

# 8. Nachuntersuchung PATIENT: (48 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Fotodokumentation

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fliessrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

---

Klinisches Langzeitverhalten von Empress 2 als vollkeramische Primärkrone

---

- Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden
- Unterfütterung erforderlich ?     Ja     Nein
- Haftkraftmessung .....
- Abformung (Alginat)
- Fragebogen (6.)
- Besondere Vorkommnisse .....

Klinisches Langzeitverhalten von Empress 2 als vollkeramische Primärkrone

## 9. Nachuntersuchung PATIENT: (54 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fliessrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Prothesenkinetik  nicht vorhanden  vorhanden

Unterfütterung erforderlich ?  Ja  Nein

Besondere Vorkommnisse .....

## 10. Nachuntersuchung PATIENT: (60 Monate nach Eingliederung)

Datum: .....

Fotodokumentation

Pfeilersensibilität

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Primärkronen-Plaque-Index: .....

Sekundärkronen-Plaque-Index: .....

Prothesen-Plaque-Index: .....

Sulcusfluid-Fliessrate:

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Lockerungsgrad

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Periotestwert

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Okklusion

8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8
8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

Klinisches Langzeitverhalten von Empress 2 als vollkeramische Primärkrone

- Prothesenkinetik     nicht vorhanden     vorhanden
- Unterfütterung erforderlich ?     Ja     Nein
- Haftkraftmessung .....
- Abformung (Alginat)
- Fragebogen (7.)
- Besondere Vorkommnisse .....

## 10 Danksagung

Meinen herzlichen Dank möchte ich Herrn Prof. Dr. H.-Ch. Lauer für das Überlassen des Dissertationsthemas und die damit verbundene umfassende Unterstützung aussprechen.

Herrn Prof. Dr. Dr. R. Sader danke ich für die freundliche Übernahme des Korreferates.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Oberärztin Dr. S. Janko für Ihre engagierte Betreuung sowie unterstützende Begleitung der vorliegenden Arbeit.

Weiterhin möchte ich Herrn Oberarzt Dr. P. Weigl danken für seine kompetente Begleitung und hilfreiche Unterstützung bei der Bearbeitung dieser Dissertationsarbeit.

Von ganzem Herzen möchte ich meiner Mutter und meiner Schwester danken, für den notwendigen Rückhalt und den geleisteten Beistand, sowie insbesondere meinem Ehemann, dessen umfassende Unterstützung wesentlich dazu beigetragen hat, diese Arbeit zu vollenden.

## 12 Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel:

**Prospektive klinische Studie zur Langzeitbewährung von  
vollkeramischen Primärkronen aus IPS Empress 2<sup>®</sup> mit  
metallischen und metallfreien aus Vectris<sup>®</sup> fabrizierten  
Sekundärkronen und Prothesengerüsten**

im Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (Carolinum) unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. H.-Ch. Lauer und Betreuung durch Herrn OA Dr. P. Weigl und Frau OÄ Dr. S. Janko ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Darüber hinaus versichere ich, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich habe bisher weder an einer in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Frankfurt am Main, den 23.12.2009